

Treball de Fi de Màster

Màster Universitari en Enginyeria Industrial

Estudi de la demanda energètica del vehicle elèctric i la viabilitat de l'energia fotovoltaica

MEMÒRIA

Autor: Marçal Bertranpetit Puig
Director: Vicente Cesar de Medina Iglesias
Convocatòria: Gener 2017



Escola Tècnica Superior
d'Enginyeria Industrial de Barcelona



Resum

El projecte exposat a continuació tracta d'un estudi sobre la viabilitat energètica del cotxe elèctric a la ciutat de Barcelona, a partir de diferents càlculs per saber-ne el consum i les possibilitats de producció i subministrament de l'energia. Es plantegen varis escenaris hipotètics per tal de saber com pot arribar a ser el futur del cotxe elèctric a la capital catalana i a partir d'aquí, es plantegen tres alternatives per suplir l'augment de consum d'energia que comporta el nou vehicle. En una de les alternatives es planteja la implementació de plaques fotovoltaïques a les cobertes dels habitatges barcelonins per complementar l'energia que es necessita, d'aquesta manera es pot saber en quin grau els barris de Barcelona poden suportar la demanda d'energia elèctrica per generació fotovoltaica que els cotxes requereixen. A la memòria, s'hi descriuen detalladament els tres estats de l'art que són els pilars d'aquest treball:

- El cotxe elèctric
- Les tecnologies de recàrrega
- La placa fotovoltaica

A continuació, s'hi plantegen diverses situacions (escenaris), per tal de poder fer l'estudi de viabilitat de cada una. La idea d'aquest projecte va enllaçada amb una necessitat de l'Àrea Metropolitana de Barcelona, ja que fins ara un estudi com el que es planteja en aquesta memòria no s'ha dut a terme encara. Els resultats que es mostren al final d'aquesta memòria, són els resultats més pràctics amb els quals ja es poden treure conclusions severes i correctes. Això és: es mostren a grans trets els «números grossos» sobre el cotxe elèctric a Barcelona.

El treball se centra en la idea de saber quin és el consum d'un conjunt de vehicles elèctrics, tant en la situació actual que viu la ciutat, com en escenaris futurs hipotètics. I això es du a terme a partir de dades de consum d'un vehicle elèctric i la distància recorreguda al llarg del dia. Paral·lelament, a partir de dades de l'Ajuntament, se sap el nombre de turismes que hi ha en cada un dels barris i districtes de la ciutat. Com que cada un d'ells té unes característiques diferents, es poden analitzar de manera independent i treure resultat particulars de cada un.

ÍNDEX

ÍNDEX	2
1. PREFACI	5
2. INTRODUCCIÓ	6
2.1. Objectius del projecte	10
2.2. Abast del projecte	10
3. ESTATS DE L'ART	11
3.1. El vehicle elèctric	11
3.1.1. Història del cotxe elèctric	11
3.1.2. El cotxe elèctric a l'actualitat	13
3.1.3. Classificació del cotxe elèctric.....	14
3.1.4. Funcionament VE pur	15
3.1.5. Característiques del cotxe elèctric pur	16
3.1.6. Efectes a la xarxa de distribució elèctrica	24
3.2. Tecnologies de recàrrega	26
3.2.1. Tipus d'instal·lacions	28
3.2.2. Legislació i infraestructura de recàrrega	29
3.2.3. La recàrrega ràpida.....	30
3.2.4. Equips de recàrrega.....	30
3.3. Fotovoltaica.....	32
3.3.1. Canvi de model energètic	32
3.3.2. La mobilitat sostenible.....	33
3.3.3. Energia solar fotovoltaica.....	34
3.3.3.1. L'efecte fotovoltaic.....	35
3.3.3.2. La radiació solar	37
3.3.3.3. El panell fotovoltaic	37
3.3.4. Avantatges i desavantatges	39
3.3.5. Sistema utilitzat.....	40
4. ANÀLISI DE LA SITUACIÓ DEL VE A BARCELONA	42

4.1.	Consideracions.....	42
4.2.	Barcelona i el cotxe elèctric.....	46
4.2.1.	La infraestructura de recàrrega a Barcelona	48
4.3.	Consum	49
4.3.1.	Consum a Barcelona	50
4.3.2.	Escenaris hipotètics	52
4.3.2.1.	Escenari 1	53
4.3.2.2.	Escenari 2	54
4.3.2.3.	Escenari 3	54
4.3.2.4.	Escenari 4	55
4.3.2.5.	Conclusions dels escenaris	57
4.3.3.	Estudis de sensibilitat.....	58
5.	OPCIONS DE SUBMINISTRAMENT D'ENERGIA	61
5.1.	Intercanvi internacional d'energia.....	61
5.2.	Cotxe híbrid	63
5.3.	Energia solar fotovoltaica	64
5.3.1.	Simulacions.....	64
5.3.2.	Dades i Càlculs	66
5.3.2.1.	Dades.....	66
5.3.2.2.	Càlculs	69
5.3.3.	Valoració	74
6.	IMPACTE AMBIENTAL	78
7.	PLANIFICACIÓ	80
8.	PRESSUPOST	81
9.	CONCLUSIONS	82
10.	AGRÏMENTS	85
11.	BIBLIOGRAFIA	86
11.1.	Referències bibliogràfiques	86

ANNEX 1. NOMBRE DE TURISMES PER BARRI	88
ANNEX 2. VEHICLES ELÈCTRICS I CONSUM PER BARRI	91
ANNEX 3. SUPERFÍCIE PER BARRI	96
ANNEX 4. SIMULACIONS	98

1. Prefaci

La introducció del vehicle elèctric (VE) s'ha trobat amb moltes barreres, de fet encara hi són i es preveu que hi continuaran existint. Aquestes barreres tenen a veure, d'una banda, amb el desconeixement que els usuaris tenen dels seus avantatges, de com funciona, dels beneficis econòmics i mediambientals; d'altra banda són barreres que el mateix desenvolupament comporta, ja que calen estudis i investigacions de com millorar-lo i polítiques de desenvolupament d'aquesta investigació i campanyes d'implementació. També s'ha de dir que aquestes barreres són conseqüència, en part, de les pressions que la indústria del petroli hi posa i l'escàs desenvolupament d'estratègies alternatives a l'energia obtinguda del petroli. És important considerar la idea simplista que s'està estenent que el cotxe elèctric "és ecològic" o que "no contamina" en el sentit de que no produeix residus al lloc de funcionament; les propietats del cotxe elèctric dependran de les fonts energètiques que s'utilitzin per a produir l'energia elèctrica que els cotxes consumiran. Cal deixar ben clar que no és opció tenir una ciutat neta amb fortes càrregues ecològiques en altres llocs .

La motivació principal del desenvolupament d'aquest treball és contribuir en la introducció gradual del VE, ja que un correcte començament pot significar un gran avanç cap a la independència energètica del país, i també cap a una reducció de la contaminació acústica, de micropartícules en l'atmosfera i de gasos d'efecte hivernacle.

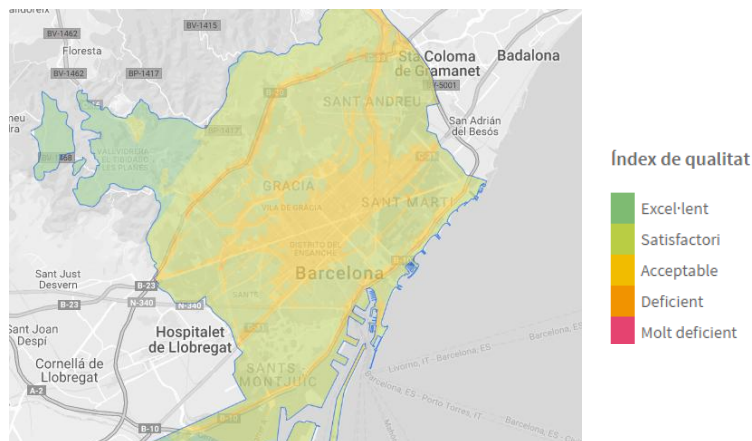
2. Introducció

En els últims anys, la societat ha presenciat l'adveniment d'un nou tipus de vehicle: el VE. Aquest nou vehicle presenta un seguit de característiques molt diferents als tradicionals cotxes de combustió interna, i suposa un canvi en el paradigma de la mobilitat.

Amb ell, les noves tecnologies associades al funcionament del vehicle, com les bateries d'ió liti, representen no només noves prestacions, sinó també, una nova concepció de com desplaçar-se per una ciutat i de com interactuar amb els altres elements del viari. Entre d'altres canvis, els nous vehicles necessiten punts de recàrrega distribuïts per la ciutat, cosa que fa canviar la fisonomia dels carrers alhora que n'habilita nous usos. Cal remarcar que les tecnologies d'emmagatzematge d'energia no són, ni de lluny, tan eficients com el que el vehicle ideal necessitaria.

La idea d'impulsar el VE queda englobada en moviments de major transcendència, com ara el de les *Smart Cities*. Aquestes ciutats, catalogades com a ciutats del futur, representen una nova manera d'entendre no tan sols la mobilitat, sinó el conjunt d'interaccions entre societat i espai públic. En general, es tracta d'ideals d'una ciutat més sostenible, més respectuosa amb el medi ambient, alhora que generi un ambient propici pel correcte desenvolupament dels ciutadans.

En la crisi climàtica en què es troba el planeta, arran de l'augment d'emissions per la industrialització excessiva amb fonts d'energia no renovables, com els combustibles fòssils, hi té malauradament un paper rellevant l'àmbit del transport. A dia d'avui, Barcelona, com d'altres ciutats europees (París, Londres, Berlín o Rotterdam), supera els límits de concentració en una mitjana anual d'NO₂ establerts per la UE per a la protecció de la salut (des de l'any 2010 els límits europeus de màxima concentració mitjana anual són 40 µg/m³ per als NO₂ i les partícules sòlides o líquides disperses a l'atmosfera d'un diàmetre màxim de 10 µm, anomenades PM₁₀). Aquest fet ha portat a exigir que s'hagin d'adoptar estratègies d'actuació a tots nivells per millorar la qualitat de l'aire de la ciutat i la seva Àrea Metropolitana. A la imatge 2.1 es comprova que la qualitat de l'aire a Barcelona no és l'òptima:



Imatge 2.1 Qualitat de l'aire a Barcelona [Font: [1]]

Actualment, el transport privat o particular es realitza gairebé en la seva totalitat amb vehicles que funcionen amb energia provinent del petroli, i les previsions de creixement del parc mòbil mundial no donen treva, augmenten any rere any. Com a conseqüència, el transport tal i com el coneixem suposa una greu amenaça per al medi ambient i per a la seguretat energètica, justificat amb les dues següents figures on indica en diversos punts de Barcelona quin és el percentatge de contribució del transport en l'emissió de NO_2 i de PM_{10} , entre altres fonts, tal i com ens indiquen les dues següents figures:

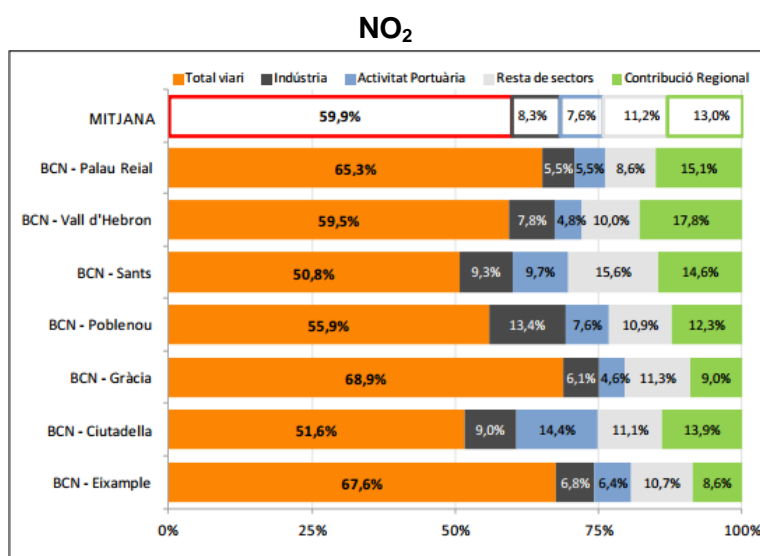


Figura 2.2 Percentatge de contribució de contaminació de NO_2 per sectors i punts de Barcelona

[Font: Medi Ambient i Serveis Urbans, Ajuntament de Barcelona]

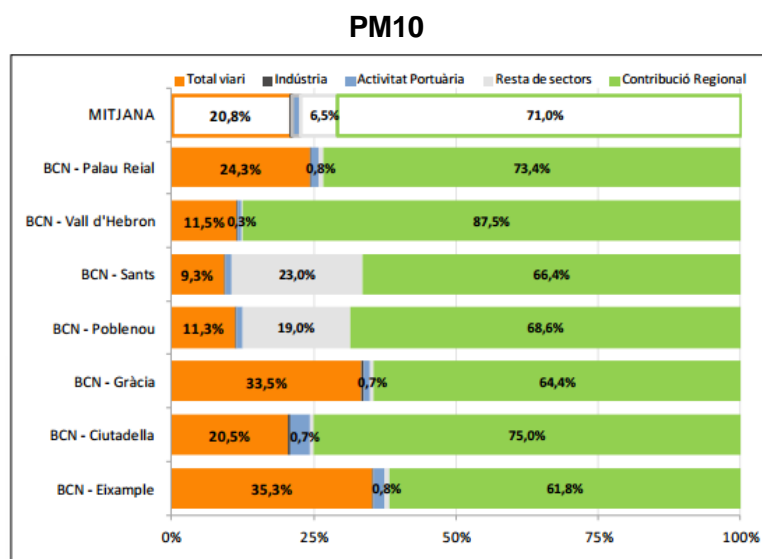


Figura 2.3 Percentatge de contribució de contaminació de PM10 per sectors i punts de Barcelona

[Font: Medi Ambient i Serveis Urbans, Ajuntament de Barcelona]

Aquest fet ha provocat una creixent conscienciació social de la població i aquesta nova manera d'entendre l'equilibri del progrés i el respecte al medi ambient ha estat un dels clars impulsors de projectes verds, com el de la implantació del VE a les ciutats amb la idea d'intentar revertir la tendència contaminant dels últims anys.

En una societat avançada s'ha de produir un canvi estructural profund del model energètic, on la dependència dels recursos no renovables ha de ser reduïda a la mínima expressió. En conseqüència, tota mesura que ajudi a fer el canvi és benvinguda i encoratjada. Entre d'altres, el tipus de mesures que cal impulsar són les que propiciïn la reducció de demanda de vehicle privat, l'augment d'ús del transport públic i la incentivació dels mitjans no motoritzats (especialment la bicicleta), a més d'una millora en l'eficiència dels vehicles.

És en aquest context on neix la necessitat de canviar el sistema de mobilitat i basar-lo en vehicles menys contaminants, com el VE. Aquest vehicle i la seva implantació estan sotmesos a la interacció de diferents agents i sorgeixen diferents punts de vista. Per exemple, malgrat l'entusiasta creença que el VE és el futur dels sistemes de mobilitat en les ciutats d'avantguarda, apareixen nombroses problemàtiques i dubtes sobre la implantació en el parc mòbil. Un dubte important, que és sobre la taula, fa referència al potencial real del VE, en el sentit que les prestacions que proporciona actualment no resulten competitives en

tots els segments de la mobilitat, especialment en els desplaçaments de mitja o llarga distància. També hi tenen un paper rellevant els aspectes de recàrrega (especialment el lloc i si ha de ser públic o privat) i el temps que això comporta; tots aquests aspectes suposen punts negatius per a aquest tipus de vehicles.

En relació amb el possible encaix del vehicle elèctric amb la mobilitat catalana, hom s'ha de fixar en les estratègies impulsades per les institucions tant a nivell nacional com municipal, observant les mesures adoptades i els incentius que afavoreixen al canvi de tipus de vehicle. En essència, un pas indispensable per a la correcta implantació d'un canvi de mobilitat és que aquest canvi ha de ser consensuat per totes les parts, aportant un suport econòmic i financer que recolzi les mesures a adoptar i formi part d'un procés de planificació molt ampli.

Certament, existeixen per als possibles usuaris de vehicle elèctric a Barcelona i rodalies nombroses ajudes, que tenen com a finalitat fer més atractiu els vehicles nets. Tanmateix, cal una lectura crítica d'aquestes mesures, per poder dictaminar la viabilitat d'aquestes i poder-les prioritzar. Davant d'elles, doncs, cal que un es preguntí si resulten realment efectives i si impulsen el procés d'implantació, o bé tan sols representen mesures superficials o fins i tot arbitràries.

Al mateix temps, un projecte d'implementació no tindrà sortida si no resulta rendible i atractiu pels usuaris. En aquest sentit, apareix la necessitat de comprovar si el canvi a un vehicle elèctric resulta una bona aposta per a un usuari tipus. Si aquesta resposta fos negativa, la viabilitat del canvi de sistema deixaria de ser real, ja que pocs serien els que apostarien per un canvi que no els hi resultés beneficiós.

En el camp de les externalitats, tot i la ja establerta connexió entre tecnologies netes i medi ambient, els impactes que representaria el canvi de sistema de mobilitat no són clars. En aquest sentit, resulta vital un estudi en el que es constati en quins aspectes es produirien canvis en la qualitat de vida de les persones, per disminució de la contaminació atmosfèrica o acústica, així com en la major pacificació del trànsit.

En definitiva, es tracta de respondre el dubte regnant en el camp del VE: la implantació d'aquest nou tipus de vehicle resulta un benefici per als ciutadans i per a la ciutat?

2.1. Objectius del projecte

El primer objectiu d'aquest treball és veure com n'és de viable energèticament la implementació del cotxe elèctric a la ciutat de Barcelona i s'analitzaran les necessitats energètiques y quines millores s'obtidria quant a impacte mediambiental. A partir dels resultats obtinguts en aquesta primera part es justifica el segon objectiu, que tracta d'esbrinar quanta energia es podria obtenir a partir d'una implementació de plaques fotovoltaïques a les cobertes dels habitatges de Barcelona i valorar la possibilitat d'utilitzar aquesta energia, o part d'ella, per alimentar els cotxes elèctrics de la pròpia ciutat. .

2.2. Abast del projecte

Per tal d'assolir els objectius plantejats a l'apartat anterior, primer de tot es plantegen els 3 estats de l'art essencials per a aquest treball i que ja han estat comentats anteriorment: el cotxe elèctric, les plaques fotovoltaïques i les tecnologies de recàrrega.

Després d'aquest punt, s'analitza la situació del cotxe elèctric a la ciutat de Barcelona; a partir d'aquí i de les dades de consum del cotxe elèctric, se'n fa un estudi del consum, i d'on prové l'energia que s'utilitza per al seu funcionament. Paral·lelament es fa un estudi de les tecnologies de recàrrega actual, i d'aquesta manera es plantegen un parell de situacions hipotètiques amb les tecnologies actuals per poder fer una valoració de la viabilitat de la proposta des del punt de vista energètic.

En les conclusions de la viabilitat, es plantegen 3 alternatives per suplementar el volum d'energia necessari per alimentar un important nombre de cotxes elèctrics a Barcelona. Aquestes alternatives són la compra d'energia a altres països, la implementació del vehicle híbrid i, finalment, la implementació de plaques fotovoltaïques a les cobertes dels habitatges de la ciutat. També s'hi fa una valoració per districtes, tenint en compte les característiques de cada un d'ells. La tercera alternativa, la de la implementació de plaques fotovoltaïques, es presenta com la més favorable perquè és la que garanteix generar l'energia necessària de manera neta i sense contaminar i sense necessitat de transport.

3. Estats de l'art

3.1. El vehicle elèctric

3.1.1. Història del cotxe elèctric

En els darrers anys, s'ha produït un esclat mediàtic amb relació als VE, però roman un gran desconeixement sobre les seves prestacions reals i les possibilitats que representa per a la mobilitat. Una definició estricta: es designa VE tot aquell cotxe de tracció elèctrica i autònom de la xarxa de distribució elèctrica. D'aquesta manera, queden exclosos la resta de mitjans de transport que usen electricitat com a font d'energia, com poden ser el ferrocarril, el metro o el tramvia.

Encara que aquest concepte d'automoció elèctrica pot semblar força recent, en realitat és anterior fins i tot al vehicle tèrmic convencional de combustió interna. El primer vehicle de què es té constància és el que va desenvolupar Robert Anderson el 1839. La creació del primer automòbil elèctric totalment pur va marcar la base del que després tindria un interès global: obtenir un mitjà de transport autopropulsat que generés millors rendiments i suposés una eina energèticament més eficient a tots els usats fins aquell moment.



Imatge 3.1 El Morrison, el VE de 1891 [Font:[2]]

Però les millores indubtables aconseguides pels fabricants de vehicles de combustió interna (cicle Otto) i la limitació d'autonomia que provocaven les bateries del moment, van apartar el

cotxe elèctric i tingué lloc l'aparició del model T de la casa Ford.

Durant la dècada dels seixanta del segle XX es van fer intents sense èxit de construir un nou VE, i amb la crisi del petroli dels anys setanta va tornar a aparèixer l'interès pels VE; però un cop més i a causa de la dificultat de disposar de bateries amb capacitat suficient per a una autonomia important, es va frenar altra vegada la construcció del VE.

Ara bé, el progressiu encariment dels preus del petroli i l'augment de la sensibilitat ambiental, amb els compromisos de Kyoto ja en la darrera dècada del segle passat, va fer que es tornés a plantejar l'alternativa del VE. Va ser en aquest moment que es van fabricar els primers VE. L'any 1990, la llei *California Air Resources Board (CARB)* obligava els fabricants a disposar de models amb zero emissions, i això va provocar el naixement de l'EV1 fabricat per General Motors que era ràpid, net i amb una autonomia de 130 km. Tanmateix, altres firmes també van començar a produir-ne, com el Toyota RAV4-Ev, el Ford Th1ink, el Nissan Leaf entre d'altres.

El problema, però, d'aquests vehicles va ser doble: d'una banda, la poca accessibilitat per a la gent i, de l'altra perquè a causa de la pressió del món del petroli contra aquesta llei, la General Motors va parar totalment la producció de l'EV1. La situació encara es va complicar més per a la consolidació del VE, quan el president dels Estats Units d'Amèrica, George W. Bush, va fer una inversió 1.200 milions de dòlars per fomentar la investigació del cotxe d'hidrogen.

Com ja s'ha dit més amunt, a mitjan dels anys noranta del segle passat, comencen a aparèixer diferents models comercials de VE, bàsicament per a transport de persones i distribució urbana de mercaderies en ciutats. El 1997 surt a mercat l'esperat Toyota Prius, primer turisme híbrid modern que es pot veure l'èxit que ha tingut per la quantitat important de vehicles de la marca als carrers de les grans ciutats.

Tanmateix i com es demostra més endavant, la impossibilitat d'emmagatzemar l'energia elèctrica en quantitats importants i els costos alts de fabricació, sempre han estat els màxims handicaps per a una sortida exitosa i popular en el mercat de l'automòbil.

D'altra banda, i des del punt de vista de l'eficiència energètica, en els vehicles de combustió interna tan sols arriba a les rodes, per a la tracció, entre un 20 i un 25 % de l'energia continguda en el combustible, mentre que a les rodes dels VE hi arriba un 75 % de l'energia continguda a les seves bateries. En el primer cas, la ineficiència representa que la resta de

l'energia es malmet en calor residual i a més produeix contaminació de diversos productes tòxics i gasos emesos al nostre entorn amb efecte d'hivernacle. Ara bé, malgrat aquestes evidències, és palpable que existeix un alt nivell de satisfacció envers aquesta tecnologia de combustió, que a la vegada ha assolit un alt nivell de perfeccionament.

En essència, un VE està constituït per un sistema extremadament més senzill que els tradicionals vehicles de combustió interna, integrat principal per una estructura portant, una bateria, un sistema de recàrrega, un sistema de control i el motor elèctric. Tenen un 90 % menys de components respecte els de motor de combustió interna, que precisament són els que estan sotmesos a un major desgast, i per aquest motiu de pes, es creu que les reparacions i manteniments dels nous vehicles seran molt més senzills i barats.

3.1.2. El cotxe elèctric a l'actualitat

En els últims cinc anys, s'ha produït un gran avenç tecnològic en l'àmbit mundial del sector dels VE, hi ha hagut múltiples innovacions, vehicles amb més prestacions, nous models i la incorporació de noves marques. El factor decisiu per l'eclosió de la nova mobilitat ha estat impulsat i s'ha produït des de la poderosa indústria d'automoció, creant-se una línia de producció en sèrie, desenvolupant noves bateries, augmentant-ne l'autonomia i molts altres aspectes.

Actualment, l'aposta pel VE està en auge. Sobretot es busca un punt d'inflexió en l'elecció del model de vehicle privat, s'hi promou un ús racional del transport i s'associa l'elecció de l'automoció amb el respecte al medi ambient. A més a més, l'alternativa del VE és una alternativa viable per al proper obsolet recurs del petroli, amb probables esgotaments de les seves reserves en un futur pròxim.

Els motors elèctrics actuals poden aconseguir unes eficiència de fins a 89 %, a més, la mecànica associada, pel fet d'anar directament acoblada a les rodes dels VE, simplifica d'una manera molt significativa els canvis i les transmissions. Per això es creu, que el que ja comença a ser una realitat, en un futur pròxim es passarà a dependre de l'electrònica de potència i la seva instrumentació, molt més que arbres de lleves, transmissions i engranatges. És a dir, el taller mecànic, brut i de granotes blaves és al final de la seva vida i tot passarà en una planta neta amb bates blanques.

Avui en dia, el màxim representant del cotxe elèctric és la coneguda marca Tesla, que amb la fabricació de cotxes elèctrics de gamma alta, s'està consolidant mundialment. L'objectiu

de Tesla és poder oferir vehicles a preus més o menys assequibles per al consumidor mitjà, ja que d'aquesta manera es promou l'ús de tecnologies netes i el medi ambient en surt afavorit.

Els models de Tesla que són a mercat actualment són el model S i el model X. El primer, està totalment dissenyat per ser el més segur. Amb un rendiment sense precedents, accelera de 0 a 100 km/h en tan sols 2,7 segons, a més, ve amb una capacitat de pilot automàtic dissenyat per fer la conducció més segura. I el segon model, és el vehicle utilitari esportiu elèctric més ràpid; incorpora una bateria de 100 kWh proporcionant 542 quilòmetres de d'autonomia. Finalment, a mitjans del 2017 es començarà a produir el model 3 amb un preu aproximat de 35.000 \$.



Imatge 3.2 VE Tesla Model S [Font: Tesla]

3.1.3. Classificació del cotxe elèctric

Actualment, les tecnologies relacionades amb el VE són suficientment autònomes i consistents com per permetre un ús extensiu d'aquest mètode d'autopropulsió. Malgrat tot, encara presenten una sèrie de limitacions, sobretot lligades amb la recàrrega i l'autonomia, que dificulten la penetració total en el mercat automobilístic. Com a conseqüència de les limitacions, l'ús se centra en l'interior de les ciutats, on no és necessària ni la punta de velocitat ni la potència de motor que pot proporcionar el vehicle convencional de combustió interna.

En general, tant les limitacions en les prestacions com el cost elevat de fabricació han desencadenat en diverses tipologies de VE, divergint en les tecnologies emprades i els criteris de disseny utilitzats en la seva concepció. En altres paraules, podem distingir entre l'oferta de VE i híbrids segons el sistema utilitzat, o el grau de dependència del motor en relació amb la seva font d'energia.

A grans trets, podem classificar els VE en tres grans subgrups. El primer està format per VE alimentats per cable –vehicles guiats per un recorregut fix i constantment connectats a la

xarxa de distribució elèctrica—. Aquest subgrup, del qual en formen part alguns tramvies, per exemple, no queda dins l'abast del nostre estudi. El segon i tercer subgrups són els vehicles íntegrament elèctrics (VE), i els vehicles híbrids (PHVE).

Com que aquest treball s'ha focalitzat en el cotxe elèctric pur, a continuació es defineix i s'expliquen les característiques.

3.1.4. Funcionament VE pur

El VE pur és aquell que és impulsat íntegrament per un motor elèctric. L'energia necessària li és subministrada a través de les bateries, esdevenint aquestes l'element clau que defineix les prestacions del cotxe. La capacitat de les bateries és la principal raó de l'autonomia del vehicle, així com de la funcionalitat i adaptabilitat a les necessitats dels usuaris.

En general, l'autonomia del VE és limitada respecte als estàndards que assoleixen els vehicles convencionals o els PHVE. No obstant, el rang dins l'autonomia varia sensiblement segons el tipus de bateria emprada, ja que hi ha moltes variables que hi influeixen. Les autonomies actuals permeten distàncies d'entre 200 km fins a 800 km (aquesta última xifra en unes condicions i un model de VE específic), fet que demostra la necessitat de mètodes de recàrrega ràpids i eficients, que permetin recarregar completament les bateries en qüestió de minuts, i no d'hores. A més, cal un constant desenvolupament de les bateries, per poder assolir límits majors quant a l'autonomia, i així superar-ne l'actual i anar evolucionant-la.

Dins del VE podem distingir dos subgrups que en determinen el funcionament:

- VE adaptat: opció majoritària dels fabricants d'automòbils, perquè comporta facilitat d'implementació i reducció de costos en els processos de fabricació. En aquest disseny es designen les versions elèctriques de models de vehicles ja existents però que són de naturalesa tèrmica de sèrie. Molts cops la transformació és el canvi de motor, de convencional a elèctric, mantenint tots els altres elements. El problema que presenta és el sobredimensionament, ja que abans del canvi constava de més elements que després de la transformació.
- Vehicle electromòbil: és tot aquell vehicle creat exclusivament per a propulsió elèctrica. Adaptat a les limitacions pròpies del cotxe elèctric, i no convencional, enfocat a recorreguts únicament urbans i una potència d'acord a les necessitats de

circulació. El principal avantatge és que té un elevat rendiment energètic, proporcionat en la reducció de pes i l'eficiència dels elements que el configuren.

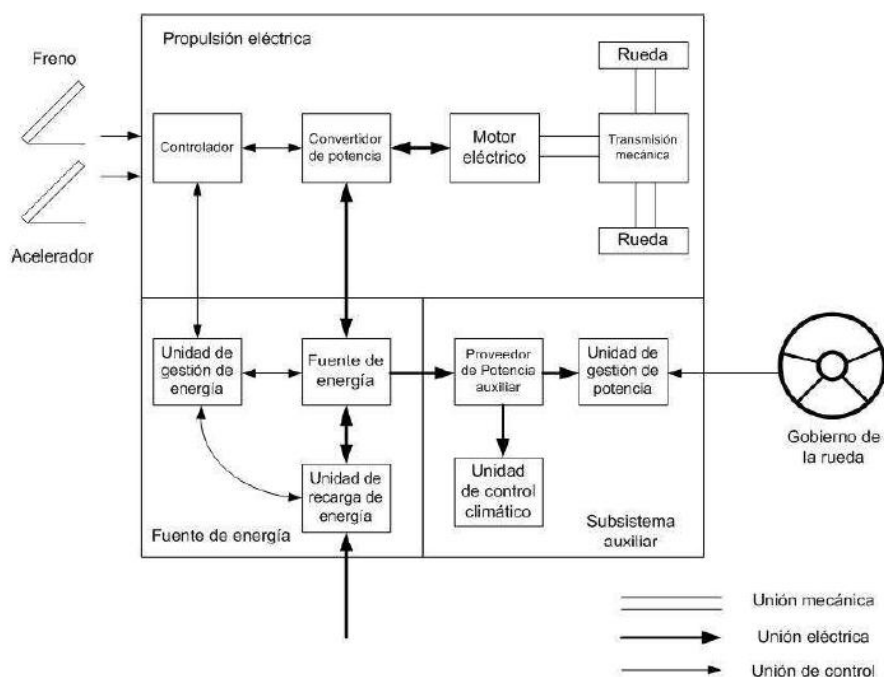


Figura 3.1 Configuració moderna d'un VE pur [Font: [3]]

3.1.5. Característiques del cotxe elèctric pur

Els vehicles elèctrics presenten una sèrie d'elements específics que els converteixen en vehicles força diferents als convencionals de combustió interna.

Per començar, des d'un punt de vista tècnic, basant-se en la disposició dels elements que el conformen, el VE és molt més senzill respecte dels vehicles de combustió interna. Aquest fet, com s'ha explicat anteriorment, és degut a un nombre menor d'elements que componen el sistema de propulsió d'un vehicle respecte l'altre. L'arquitectura dels VE purs, està composta per un tren de potència elèctric, el grup d'elements que el recarreguen, gestionen i emmagatzemen l'energia elèctrica i un sistema auxiliar que alimenta la unitat de gestió de potència i la unitat de control climàtic. Aquesta arquitectura pot tenir diverses distribucions, a la imatge següent es mostren les més típiques:

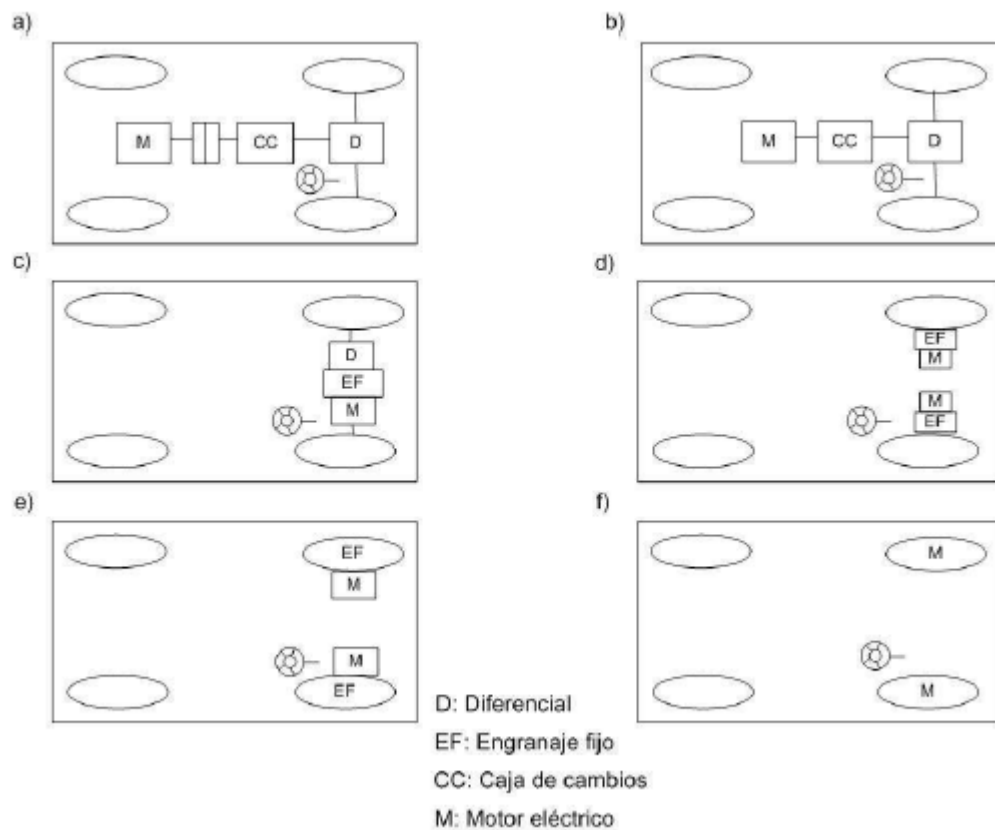


Figura 3.2 Distribucions del tren de potència elèctric dels VE [Font: [3]]

Paral·lelament, un dels punts més forts del VE, que el posiciona com a potencial vehicle del futur, és la eficiència energètica que desenvolupa el seu motor. Actualment, si es fa la comparació del motor elèctric amb el motor de combustió interna, el primer presenta eficiències entre els valors de 65 i 89 %, mentre que el motor tèrmic té una eficiència del 25 %. És indicat remarcar que les pèrdues dels motors són calor residual i contaminació.

Aquesta eficiència ve remarcada per les bateries dels VE. La bateria, doncs, és un element fonamental i de gran importància del vehicle. Tot i que s'aprofundeix més endavant d'aquesta memòria, actualment les bateries són capaces de poder emmagatzemar aproximadament uns 30 kWh, proporcionals a uns 15 litres de benzina per a un vehicle de combustió interna. Per regular i millorar la capacitat de les bateries s'ha de considerar les limitacions de pes i volum que s'hi associen. Com a conclusió, la solució és principalment maximitzar la densitat energètica, coneguda com a energia específica.

Punts claus del VE són esmentats i explicats a continuació:

→ MOTOR

El motor elèctric pot ser tant de corrent continu com de corrent altern. El continu va ser el primer a ser utilitzat, ja que permet una regulació senzilla de la velocitat, simplificant tot el parament elèctric del motor. Així proporciona un elevat parell d'arrencada, o una àmplia variació de règims de gir. Com a desavantatges s'hi troba que és més voluminós i té forces pèrdues a causa de l'escalfament del motor. Pel que fa el motor de corrent altern, que tot i ser més car per la seva complexitat, proporciona un major ventall de velocitats amb elevat parell, cosa que fa que el canvi mecànic de velocitats sigui innecessari.

→ BATERIES

Com s'ha remarcat, les bateries són un punt clau dins el món del cotxe elèctric, estan en constant procés d'innovació i desenvolupament en les empreses potents del sector. Dia a dia, s'intenta reduir el cost de les bateries i s'apugen els cicles de recàrrega, al mateix temps que va augmentant les capacitats d'emmagatzematge. Les bateries són un aspecte tan important que influeix d'una manera considerable en el cost del VE. Segons la bateria, queden condicionades la velocitat màxima del cotxe, l'autonomia, el temps de recàrrega i la vida útil de la pròpia bateria.

Una bateria converteix l'energia química emmagatzemada en energia elèctrica. Les bateries estan formades per cel·les. Cada cel·la individual està composta d'un elèctrode negatiu i un de positiu, connectats mitjançant un electròlit. La reacció química produïda entre aquests tres elements genera l'electricitat. Les bateries recarregables poden invertir la reacció química, revertint el corrent. Els materials emprats en els elèctrodes i en l'electròlit determinen les característiques de la bateria. A la figura 3.3 es mostra la representació del mòdul d'una bateria i una de les cèl·lules que el conformen.

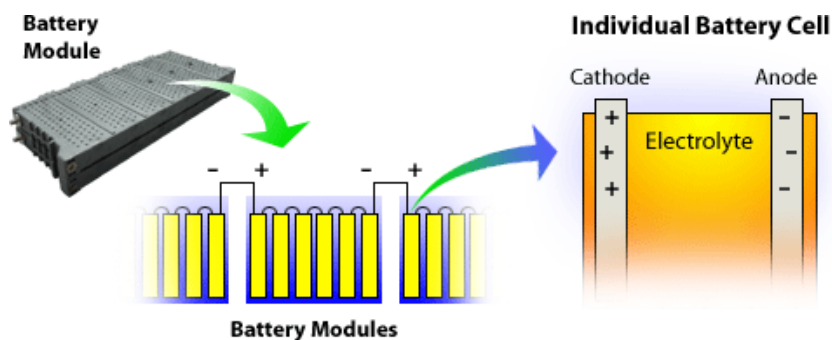


Figura 3.3 Diagrama de composició d'una bateria i de les seves cèl·lules. [Font: NREL [4]]

Alguns dels paràmetres a tenir en compte a l'hora de seleccionar la tecnologia de la bateria són els que es descriuen a continuació:

- **Potència (W).** Fa referència al ritme que té la bateria quan realitza el treball de moure electrons a favor o en contra el potencial elèctric. El seu valor depèn del voltatge i la intensitat.
- **Capacitat (Ah).** És la quantitat d'electricitat que una bateria pot emmagatzemar i restituir en descarregar-se.
- **Energia específica (Wh/kg).** És la quantitat d'energia disponible per unitat de massa.
- **Densitat energètica (Wh/m³).** És la quantitat d'energia elèctrica emmagatzemada per metre cúbic de bateria.
- **Potència específica (W/kg).** És la quantitat de potència obtinguda per kilogram de bateria. Algunes bateries tenen uns valors bons d'energia específica i uns no tan bons de potència específica, això significa que poden emmagatzemar molta energia però només la poden donar molt lentament. Aplicat a un VE, significa que podríem conduir aquest vehicle a una velocitat molt baixa al llarg d'una llarga distància.
- **Eficiència energètica.** En una bateria és la relació entre l'energia elèctrica proporcionada per la bateria i la quantitat d'energia necessària per tornar a l'estat anterior a la descàrrega. Aquest és un paràmetre important ja que, un dels arguments per la utilització dels VE es basa en la utilització eficient que tenen de l'energia, per tant cal una alta eficiència en les bateries. L'eficiència energètica variarà en gran mesura segons com s'utilitzi la bateria. Si la bateria es recarrega i descarrega ràpidament, l'eficiència energètica disminueix.
- **Autodescàrrega.** La majoria de les bateries es descarreguen quan no estan en funcionament. Aquest paràmetre depèn del tipus de bateria i d'altres factors com ara la temperatura; les altes temperatures augmenten en gran mesura aquest fenomen.
- **Temperatura optima de funcionament.** Tot i que la majoria de les bateries funcionen a temperatura ambient algunes necessiten ser escalfades per començar a funcionar i posteriorment ser refredades durant el seu funcionament. En d'altres, el

rendiment de la bateria cau a baixes temperatures.

- **Cicles de vida.** És el nombre de descàrregues i recàrregues que pot efectuar una bateria fins que per envelliment dels seus components la seva capacitat de recàrrega màxima arriba a un valor del 75 o 80 % del nominal.

En la figura següent es mostra en el diagrama potència específica Vs energia específica de les principals bateries utilitzades en VE:

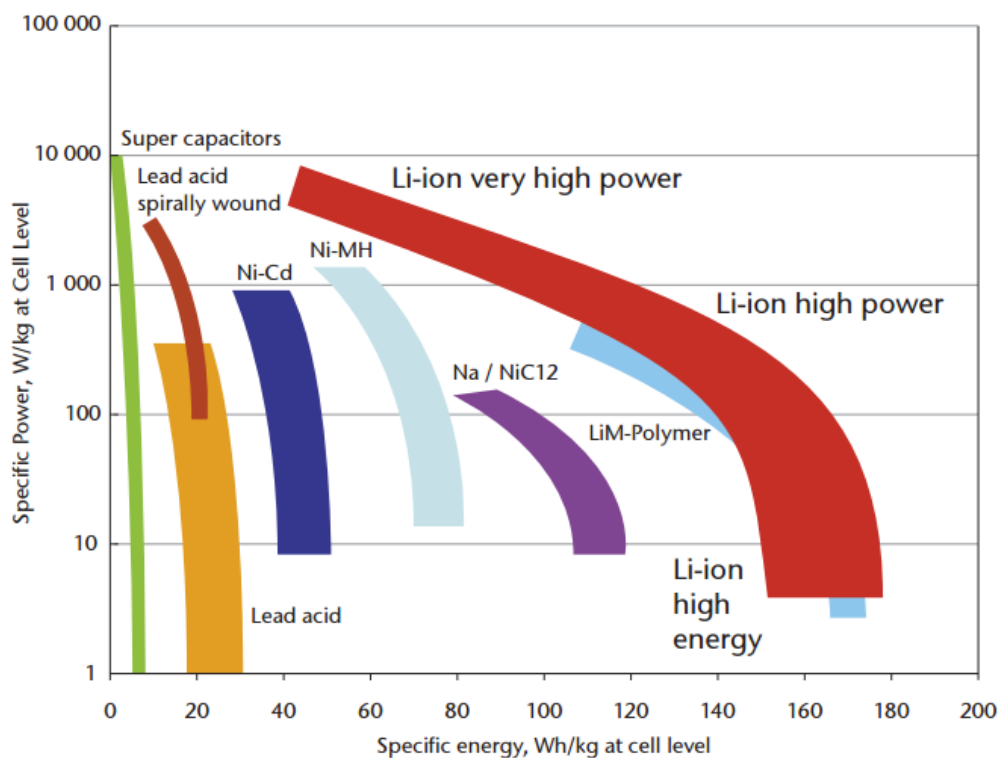


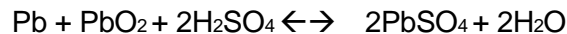
Figura 3.4 Comparació de diferents bateries utilitzades en VE. [Font: [5]]

Tot i que existeix una relació inversa entre les dues variables, és a dir que un augment de l'energia específica està correlacionada amb una disminució en la potència específica, les bateries de ions de liti tenen un clar avantatge sobre els altres elements quan s'optimitza l'energia i la densitat de potència.

Vist el gràfic anterior, a continuació es descriuen les tres tecnologies d'emmagatzematge d'energia més utilitzades en els VE. Les bateries de plom-àcid, les de níquel hidrur de metàl·lic i les d'ió-liti:

- **Bateries de plom-àcid:**

És la bateria emprada en tot tipus de vehicles per proporcionar l'encesa dels motors i l'energia elèctrica pels sistemes auxiliars (llums, electrònica, etc.). L'elèctrode negatiu d'aquestes bateries està compost per plom (Pb), mentre que el positiu ho està de diòxid de plom (PbO₂). Els elèctrodes estan submergits un electròlit format per àcid sulfúric (H₂SO₄). La reacció química global d'aquestes bateries és:



Entre els avantatges hi trobem:

- Elevat voltatge. Dins dels acumuladors electroquímics basats en electròlits aquosos són els que tenen un major voltatge nominal, 2 V.
- Elevada potència. Aquestes bateries són capaces de subministrar una elevada intensitat de corrent, i per tant una alta potència.
- Baix cost. És el principal avantatge d'aquestes bateries, sent la tecnologia d'acumuladors electroquímics més barata del mercat.

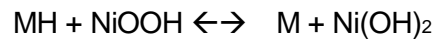
I els seus principals desavantatges són:

- Baix valor d'energia específica. De les tres tecnologies d'acumulació que es descriuen en aquest apartat, són les que tenen un valor menor, de 10-40 Wh/kg.
- Curt cicle de vida. El nombre de cicles de recàrrega/descàrrega que poden realitzar aquestes bateries és moderat, entre 400 i 800 cicles.
- Alta toxicitat. La presència del plom en aquestes bateries les converteixen en altament nocives per al medi ambient.

- **Bateries de níquel-hidrur metàl·lic (NiMH)**

Aquestes bateries van ser introduïdes en l'última dècada del segle XX. Es consideren l'evolució de les bateries alcalines de níquel-cadmi. L'aspecte diferencial de les bateries de NiMH és la utilització d'un aliatge metàl·lic en l'elèctrode negatiu capaç d'inserir hidrogen electroquímicament i de manera reversible. La reacció química global que es produeix és la

següent:



Els avantatges d'aquesta bateria són:

- Major energia específica. Les bateries de NiMH tenen més energia específica que les de plom, de 60-80 Wh/kg.
- Admeten recàrregues ràpides. Aquest paràmetre és important per poder aprofitar l'energia generada durant la frenada regenerativa.
- Baix impacte mediambiental.

Desavantatges:

- Moderat nombre de cicles de vida. El seu valor està entre els 300 i 600 cicles.
- Elevat cost. El seu preu pot arribar a ser quatre vegades superior a les de plom-àcid.

- **Bateries d'Ió-Liti**

Les bateries d'ió-liti van ser introduïdes a principis dels noranta. Aquestes bateries comprenen una extensa família a partir de la utilització de diferents materials per l'ànode i el càtode. Cada combinació té unes propietats diferents en termes de seguretat, cost i rendiment entre d'altres. Les tecnologies més importants per aplicacions a l'automoció són les: NCA (liti-níquel-cobalt-alumini), NCM (liti-níquel-cobalt-manganès), LMO (liti-manganès), LTO (liti-titani) i LFP (liti-fosfat de ferro).

En general, alguns dels avantatges de les bateries d'ió respecte les de NiMH i plom-àcid són:

- Alt voltatge. De les tres tecnologies de bateries, les de liti són les que tenen un major voltatge nominal, amb valors típics entre 3 i 4 V.
- Elevada energia específica. També és la tecnologia que presenta valors més alts d'energia específica, 80-170 Wh/kg. És pràcticament el doble de les NiMH i unes quatre vegades el valor de les de plom.

- Elevat valor de cicles de vida. Superior al 1.000 cicles de vida.
- Baix impacte ambiental.

I alguns dels desavantatges són:

- Elevat cost. De les tres tecnologies és la que té un cost més alt tot i que s'espera que el preu disminueixi amb l'augment de la demanda i la introducció de nous materials catòdics.
- Pèrdua de prestacions a altes temperatures. Algunes configuracions de bateries de liti mostren una disminució de les propietats a temperatures superiors als 50°C.

Pel que fa al futur de les bateries, a curt termini, tot el conjunt existent de bateries de liti, serà optimitzat i utilitzat en els VE i els PHVE. De cara a llarg termini, cal desenvolupar noves bateries químiques amb densitats d'energia significativament més grans per permetre el desenvolupament del VE, amb un rang elèctric més elevat. S'espera que les noves tecnologies químiques puguin superar les existents incorporant materials d'elèctrodes positius d'alta capacitat, elèctrodes d'aliatges i electròlits que siguin estables a 5 V.

→ **CONSUM**

El rànquing de cotxes elèctrics, fet per la revista *Autobid*, situa el Tesla Model S com el cotxe elèctric amb més autonomia del mercat. Concretament el model S P100D utilitza una bateria de 100 kWh de capacitat, que proporciona una autonomia de fins a 613 quilometres (tot i que el preu és només per economies superlatives).

Però per fer càlculs de consum s'escull el VE de Nissan, el Nissan Leaf, un dels pioners del sector, amb una autonomia de 172,2 quilòmetres a partir d'una bateria de 30 kWh, que a part de tenir unes característiques més estandarditzades també té un preu més assequible i competitiu. Amb aquestes dades, es pot afirmar que el consum mitjà per cada 100 quilòmetres d'aquest vehicle és de 17,4 kWh. Aquest valor és només el consum de la bateria. El fet que la recàrrega de la bateria o transport i distribució de l'electricitat tingui pèrdues causades per no tenir un rendiment perfecte, la quantitat de kWh que es necessita és superior.

Consum i cost (100 km)	Nissan Leaf (Elèctric)	Nissan Qashqai (Diesel)
Consum	17,4 kWh/100km	5 l/100km
Costos	0,05 €/kWh-0,07 €/kWh 1,54€/100km	1,4 €/l 7€/100km

Taula 3.1 Comparació de costos del VE i vehicle dièsel [Font: [3]]

Tal i com es comprova, el cost de combustible per cada 100 quilòmetres és insuperable respecte als motors de combustió interna. Assumint és clar, que en els combustibles fòssils s'externalitza gran part dels seus costos independentment de la cotització als mercats.

3.1.6. Efectes a la xarxa de distribució elèctrica

La xarxa de distribució és l'encarregada de traslladar l'energia elèctrica entre la xarxa de transport i els usuaris finals. Per les propietats d'ús d'aquest tipus d'energia, el transport a llargues distàncies és alt voltatge(xarxa de transport), i a mesura que s'apropa a l'usuari final disminueix el voltatge (xarxa de distribució).

La manera en què afectarà el VE a la xarxa depèn en gran mesura del nombre de vehicles existents. Per poder veure l'impacte del VE és convenient conèixer algunes dades bàsiques de la xarxa de distribució actual:

Potència màxima de transformació	400 kVa
Nre d'habitatges alimentats per un centre de transformació	100
Energia consumida habitatge/any	2.992 kWh
Potència màxima	4 kW
Potència mitjana	341 W

Taula 3.2 Dades bàsiques de la xarxa de distribució [Font: Red Elèctrica Espanyola]

Les previsions de venda del cotxe elèctric de cara l'any 2020 són complicades de fer, ja que depèn dels programes d'incentius i de l'evolució de la mateixa tecnologia per ser competents envers al vehicle tradicional. A l'Estat espanyol, la introducció del VE està sent lenta, tot i que el Plan Movea del Govern espanyol sembla que està fent efecte: el primer trimestre del 2016 la venda del VE va augmentar un 175 % respecte el mateix trimestre de l'any anterior.

Avui en dia, la petita però creixent penetració del VE a l'Estat espanyol fa que l'impacte a la

xarxa elèctrica sigui testimonial. La quantitat actual de VE no afecta el sistema elèctric de manera global. Tenint en compte que a Espanya hi ha aproximadament 25 milions de turismes i furgonetes, es pot parlar que en un futur hi pot haver milions de VE. La Red Eléctrica Española (REE) parla que actualment el sistema elèctric espanyol pot absorbir fins a 5 milions de VE sense la necessitat de noves inversions.

La corba de demanda elèctric espanyola no és constant al llarg del dia, tal i com s'observa a la figura 3.5. Durant el període nocturn hi ha una depressió, i d'altra banda s'observen dos pics al migdia i al vespre.

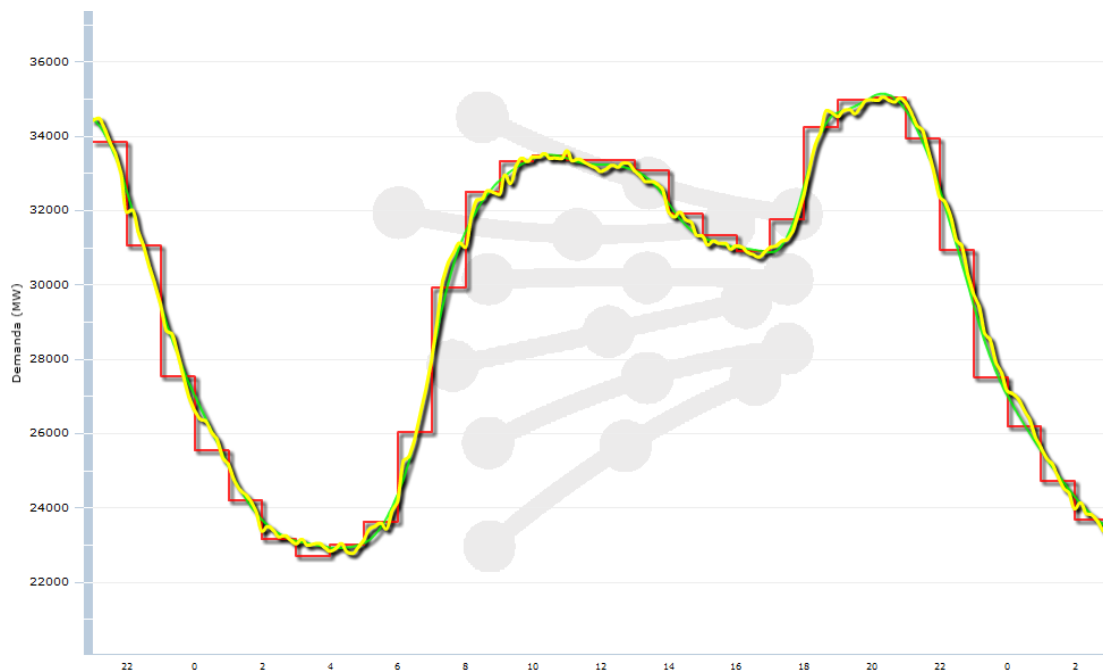


Figura 3.5 Demanda d'un dia normal a Espanya [Font: REE]

Observant la figura 3.5, es pot intuir que els VE s'haurien de recarregar majoritàriament a la nit, als habitatges dels usuaris quan el consum és més baix i la xarxa de distribució i el sistema de generació estan infrautilitzats. A més a més, és important remarcar que el cost del quilovat/hora es redueix de manera significativa.

Mitjançant el simulador de recàrrega del VE de REE, s'ha imaginat un escenari del futur de la xarxa elèctrica totalment possible. Aquest escenari es caracteritza per un sistema de recàrrega totalment racional i planificada, és el cas d'una flota d'uns 4,5 milions de cotxe elèctrics aproximadament, on la recàrrega es du a terme al domicili. A la figura 3.6, mostrada a continuació, es pot observar com varia la corba de demanda:

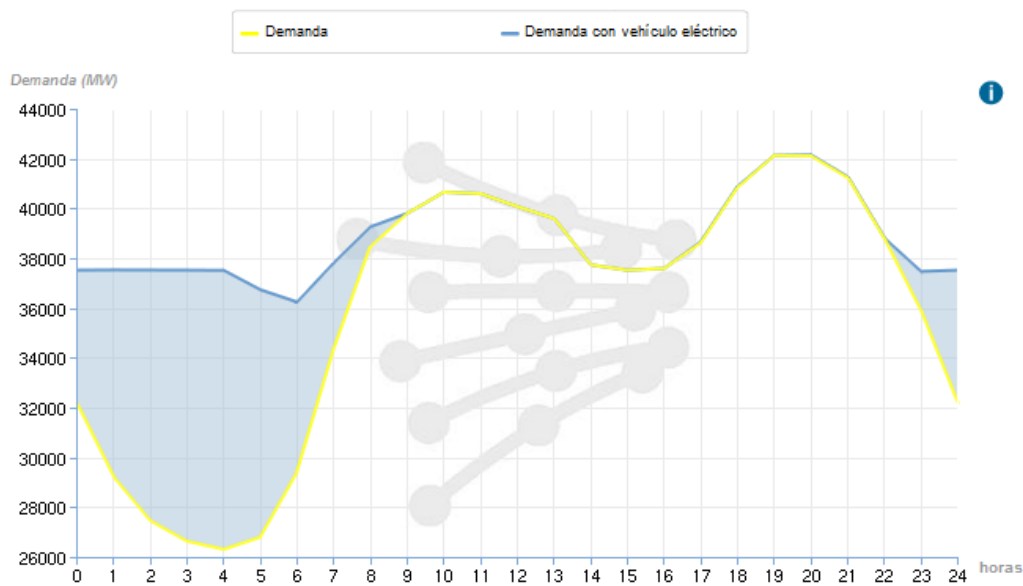


Figura 3.6 Variació de la demanda de la corba elèctrica [Font: REE]

S'observa com no es generen nous pics de potència superiors a l'escenari base. A més a més, la corba té una forma més plana, fet que facilita la gestió del sistema elèctric, altres avantatges són:

- No augmenta el pic de màxima potència, tot i que el consum sigui superior.
- S'aprofiten millor les energies renovables, ja que en moltes ocasions hi pot haver un excés de producció eòlica o hidràulica en hores nocturnes.
- Retard en les inversions a la xarxa. Com que no augmenta la potència, les inversions en aquesta poden esperar.

Per tant, es pot afirmar que ara per ara el sistema elèctric espanyol està preparat per subministrar energia als VE de manera lenta, des d'un accés sense supervisió, i per a un cert nombre de vehicles. Per tant, això indica que la ciutat de Barcelona ara per ara, pel que fa a les infraestructures està preparada per a una incorporació de VE en circulació.

3.2. Tecnologies de recàrrega

Les tecnologies de recàrrega són un punt clau també, ja que un dels problemes més importants recau en el temps de recàrrega. No es pot realitzar un viatge llarg d'una sola tirada amb només un joc de bateries perquè la capacitat d'aquestes no ho permeten, i el

temps de recàrrega és avui en dia significativament alt.

Tot i que sempre hi ha la possibilitat de fer un canvi total de bateries, en aquest apartat s'explica actualment quins són els mètodes de recàrrega.

El temps de recàrrega és totalment proporcional al valor de kW de potència contractats pel sistema de recàrrega al qual es connecta el VE, i de la capacitat en kWh de les bateries instal·lades en el mateix cotxe.

El VE des d'un punt de vista de la xarxa és una simple bateria, per això es poden fer aproximacions segons la manera d'efectuar la recàrrega:

Tipus	Connexió i potència	Autonomia i temps de recàrrega	Observacions
Lenta	Monofàsic Fins a 3,6 kW	150 km 5 a 7 hores	Amb infraestructura actual. Recàrrega a l'origen o destinació.
Semiràpida	Mono o trifàsic Fins a 25 kW	150 km 1 a 2 hores	Instal·lacions adaptes. Recàrrega a l'origen o destinació.
Ràpida	Trifàsic o continua Fins a 50 kW	120 km 20 min	Per recarregar en el trajecte. Només al 80-90 % de la bateria.
Súperràpida	Trifàsic o continua Fins a 150 kW	250 km 20 min	Recarregar en el trajecte
Ultra-ràpida	>150 kW		Per autobusos i ús especial
Canvi de bateries		Varis minuts	No s'utilitza

Taula 3.3 Tipus de recàrrega i característiques [Font: [3]]

A causa de les limitacions actuals del VE, l'ús que se'n fa és ara per ara per a distàncies curtes diàries. Gràcies a aquest ús, el cotxe pot estar connectat moltes hores el dia o a la nit, així que la recàrrega lenta és de les més habituals actualment, cosa que aporta l'avantatge de mínims canvis a la infraestructura elèctrica.

La implementació de mecanismes de gestió de demanda és un requisit imprescindible de cara a la introducció del VE. És un element clau per tal de fer que el sistema elèctric sigui més eficient no tan sols a nivell energètic, sinó també en l'econòmic. La infraestructura de recàrrega ha de ser capaç de subministrar de manera segura l'energia al VE, a través dels

diferents punts de recàrrega. La potència disponible en cada punt de recàrrega és variable segons molts paràmetres, com la potència, la franja horària, les incidències a la xarxa, el perfil de les bateries del VE, entre d'altres. És per això que la feina d'un gestor local de la demanda és gestionar la transferència d'energia als punts de recàrrega. Per aconseguir un gestió eficient de la demanda és de vital importància implementar un sistema de comunicacions robust, segur i obert que permeti la transmissió de les dades i les comandes al llarg de tots els elements de la infraestructura de recàrrega.

La recàrrega intel·ligent i eficient dels VE pot suposar un nou repte. Però primer cal definir i dimensionar l'àmbit d'estudi. Per això a continuació es comenten els diferents elements crítics que componen la infraestructura de recàrrega i que permet un òptima gestió.

3.2.1. Tipus d'instal·lacions

Per tal de poder dur a terme la recàrrega, cal centrar-se amb la implementació dels punts de recàrrega en vies públiques i pàrquings de les ciutats, permetent als usuaris dels VE no haver de dirigir-se sempre al mateix lloc per recarregar el seu VE. Hi ha tres factors que caracteritzaran les instal·lacions:

- Ubicació: és del tot necessari saber com és el flux del trànsit de la zona, ja que la implementació dels punts de recàrrega ha de generar una xarxa que satisfaci la necessitat de recàrrega.
- Metodologia: vist el tipus de recàrrega existents, s'ha d'estudiar quins requeriments temporals i energètics calen per cada un dels punts de recàrrega.
- Franja horària: és totalment necessari conèixer la demanda elèctrica, i quan es produeixen els pics de demanda i quines en són les hores amb menys, per saber situar els moments de recàrrega més eficients.

Actualment hi ha un tipus d'instal·lació que engloba les diferents característiques: són les instal·lacions d'accés públic i propietat pública, ubicades en pàrquings públics o a la mateixa via pública. Es preveu que al principi de la majoria d'aquests punts de recàrrega estiguin habilitats per una recàrrega lenta o estàndard, i a mesura que vagi augmentant el nombre de VE introduïts i els nous models amb més autonomia que els actuals, s'haurà de planificar una instal·lació amb més punts de recàrrega, i segurament augmentar-ne la velocitat de recàrrega.

3.2.2. Legislació i infraestructura de recàrrega

Una de les condicions més crítiques per al desenvolupament i la implementació d'infraestructures de recàrrega de VE a l'Estat espanyol ha estat i seguirà sent el marc regulador que n'afecta la instal·lació i la gestió.

En el cas dels habitatges unifamiliars, la instal·lació de punts de recàrrega (PdR) no representa cap problema, ja que és el propietari qui decideix de manera unilateral quina infraestructura pot instal·lar per recarregar el vehicle, sempre atenent els criteris que estableix el reglament electrotècnic de baixa tensió.

En el cas dels habitatges plurifamiliars, la instal·lació de PdR requereix d'una complexitat major –no tant de cara als criteris tècnics i de seguretat industrial, ja que estan totalment regulats per la Instrucció Tècnica Complementària (ITC) BT52–, pel fet que la instal·lació completa ha de passar per elements comuns de la propietat referents a la zona d'aparcament.

Les normatives referents al VE i la seva infraestructura a l'Estat espanyol s'esmenen a continuació:

- Llei 19/2009: sobre les mesures de foment i agilitat en processos de lloguer i eficiència energètica d'edificis. És una modificació que implica que qualsevol ciutadà que vulgui instal·lar-se un PdR a una plaça d'aparcament d'un habitatge plurifamiliar, tan sols ha d'avisar a la comunitat. Tot i això, Catalunya és l'única Comunitat Autònoma que s'ha d'aprovar per votació de la junta de veïns.
- Reial Decret 647/2011: regula l'activitat de gestor de càrregues dins la Llei 54/97. Aquest RD introdueix la tarifa en hores de menys consum per la recàrrega de VE, lligada a ofertes d'energia amb discriminació horària, d'aquesta manera s'incentiva la recàrrega nocturna.
- Reial Decret 1053/2015: estableix els requisits i les condicions tècniques bàsiques de la infraestructura necessària per possibilitar la recàrrega efectiva i segura dels VE, conjuntament amb l'aprovació de la ITC BT52 <<Instal·lacions amb fins especials. Infraestructures per la recàrrega de vehicles elèctrics>>.

3.2.3. La recàrrega ràpida

En aquest apartat es vol emfatitzar la recàrrega ràpida ja que és el tipus de recàrrega (sense tenir en compte el súper-ràpid) que sorprèn més en quant al servei que fa: una recàrrega quasi completa amb ben pocs minuts (uns 20).

La recàrrega ràpida és aquella que es fa en corrent altern a partir de 43 kW o en continu a partir de 50 kW i que permet recarregar la bateria fins a un 80 % de la seva capacitat en tan sols 20 minuts.

Ha d'oferir un servei d'emergència per aquells usuaris que necessitin una recàrrega ràpida i així permetre que s'arribi al punt de destinació, si per alguna circumstància el vehicle no té l'autonomia suficient en aquell moment i no disposa del temps requerit per a una recàrrega normal.

De la mateixa manera, ha de permetre ampliar el radi d'autonomia dels VE actuals –que tenen una autonomia de 200 quilòmetres com a límit inferior. A partir de la implementació de PdR ràpida en llocs estratègics s'ha de facilitar la mobilitat elèctrica extra urbana, i augmentar d'aquesta manera l'atractiu del VE als usuaris que normalment fan distàncies superiors als 100 quilòmetres.

A més a més, la recàrrega ràpida facilitarà els models de negocis com el sector del taxi elèctric, tal i com ja s'ha produït a Barcelona, on la implementació d'una xarxa de PdR ràpida ha portat com a conseqüència el desenvolupament d'una flota de taxis cent per cent elèctrics, que ronda a les 30 unitats avui en dia, però amb perspectives de seguir incrementant-ne.

3.2.4. Equips de recàrrega

Per la manera d'identificar les diferents tipologies, cal seguir un mètode similar a un arbre de decisions a partir del moment inicial que un client sol·licita un PdR i s'ha d'adaptar a les seves necessitats i expectatives:

- I) El primer que s'ha de saber és si l'equip va destinat a un espai obert o si es tracta d'un dispositiu per espais tancats. Això és: es pot desviar cap al post de recàrrega, o bé cap al model de caixa de paret tipus *Wall Box*, que proporciona a les places de garatge privades la connexió elèctrica per la recàrrega:



Imatge 3.3 WallBox instal·lat a un garatge interior

- II) Un cop s'ha determinat el tipus d'ubicació, és necessari conèixer les característiques del connector del VE. Tot i haver-hi una simplificació d'acord amb la normativa IEC 62196-2, es poden trobar diferent tipus de presa. Hi ha una de caràcter genèric coneguda amb el nom de *schuko*. En tot cas sempre es refereix a un recàrrega lenta o com a molt semiràpida.



Imatge 3.4 VE recarregant amb una presa *schuko*

Altrament, la característica principal del mode de recàrrega és que obliga a disposar d'una presa exclusiva per als VE, que actualment ha quedat reduïda a dos connectors diferents:

- Tipus 1: principalment per a VE d'origen japonès.
- Tipus 2: Normalitzat en l'àmbit de la Unió Europea.

- III) La informació següent que cal saber és la potència elèctrica de recàrrega. En aquest cas ve donada totalment segons l'elecció del client, depèn de la potència que vulgui contractar, el dimensionament de la línia, etc. Des d'un punt de vista eficient, l'elecció més intel·ligent és la recàrrega lenta i en horari nocturn, com ja s'ha comentat amb anterioritat.
- IV) A partir d'aquí cal definir només les proteccions que s'han d'instal·lar i determinar el nivell de prestacions «extres» que es vulguin a nivell de cada usuari.

3.3. Fotovoltaica

3.3.1. Canvi de model energètic

Des de fa ja dos segles, la societat, per tal d'obtenir energia, utilitza de manera més habitual la combustió de fòssils, coneguts com a carbó, petroli o gas. Aquest model ha servit per avançar en el desenvolupament industrial, sobretot en països occidentals que disposen d'un alt grau de confort. Tot i això, com bé se sap, aquest tipus d'energia comporta de manera decisiva un dels problemes més grans que viu el planeta Terra avui en dia i que la humanitat ha d'enfrontar, el canvi climàtic. Les emissions dels gasos d'efecte hivernacle (GEH) provoquen un augment de la temperatura del planeta de manera totalment anòmla.

Vista la situació, les primeres reaccions van aparèixer fa temps, com ara el Protocol de Kyoto, un conveni internacional per la prevenció del canvi climàtic plantejat per l'ONU. La reducció d'emissions de CO₂ (produït en la combustió de fòssils) és un objectiu marcat mundialment i forma part de les polítiques energètiques de la Unió Europea. La manera per solucionar-ho és reduint el consum de combustibles fòssils i augmentar el consum d'energies renovables. En les figures 3.7 i 3.8 es pot observar el consum d'energia a l'Estat espanyol i a la Unió Europea, i s'observa com els combustibles d'origen fòssil tenen una presència més elevada respecte a les altres fonts.

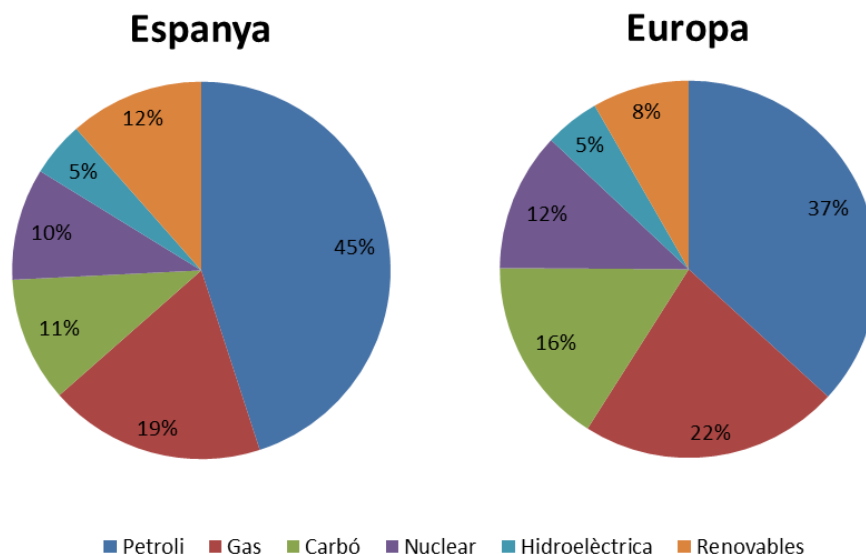


Figura 3.7 i 3.8: Mix energètic espanyol i europeu [Font: REE]

Per això, la gran majoria de països, han desenvolupat plans energètics nacionals. És el cas del Pla d'Acció Nacional de Energies Renovables (PANER), desenvolupat pel Govern espanyol de cara a l'any 2020, que se centra en un augment de la producció d'energia renovables del 20 % del total d'energia primària (energia que prové de la font disponible en la naturalesa) produïda, respecte el nivell de l'any 2010. En aquest pla hi destaca l'evolució de les energies renovables, on la seva demanda arriba a duplicar-se de cara el començament de la nova dècada, arribant al valor de quasi el 20 % del mix energètic.

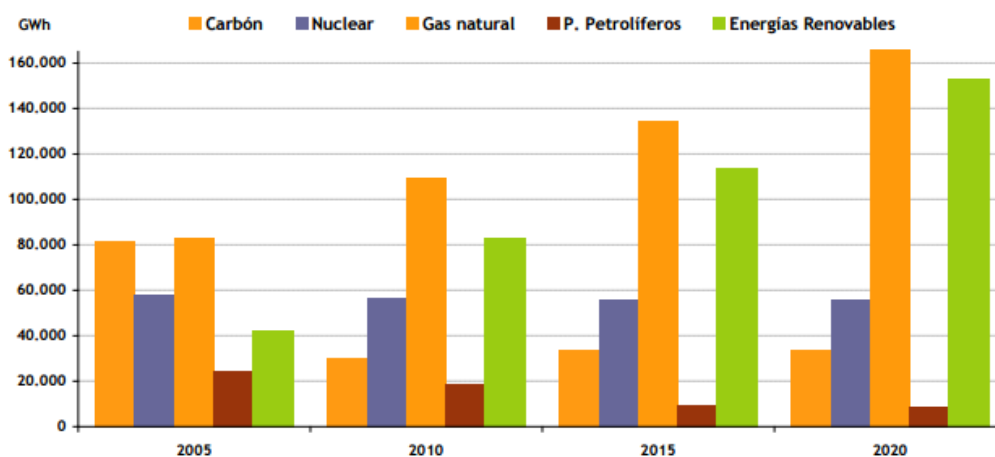


Figura 3.9 Evolució de la producció elèctrica segons font d'energia [Font: [6]]

3.3.2. La mobilitat sostenible

Un dels pilars de qualsevol política energètica que busqui la sostenibilitat tant pels seus aspectes ambientals com per la seguretat de subministrament o competitivitat, és sens dubte la mobilitat sostenible. Fins ara, per moure'ns d'un lloc a un altre seguim utilitzant

quasi exclusivament la combustió de fòssils, per això és una bona oportunitat contra el canvi climàtic que el transport, i en aquest cas el VE, s'introdueixi dins el mercat automobilístic.

És més que raonable que en un sistema elèctric –amb una gran capacitat instal·lada i amb uns pics de demanda elevats–, es faci l'esforç per electrificar el parc de vehicles actual. Si, a més s'hi afegeix la iniciativa de generar aquesta electricitat a partir de fonts renovables i reduir d'aquesta manera la dependència dels combustibles fòssils, s'hi surt guanyant per partida doble.

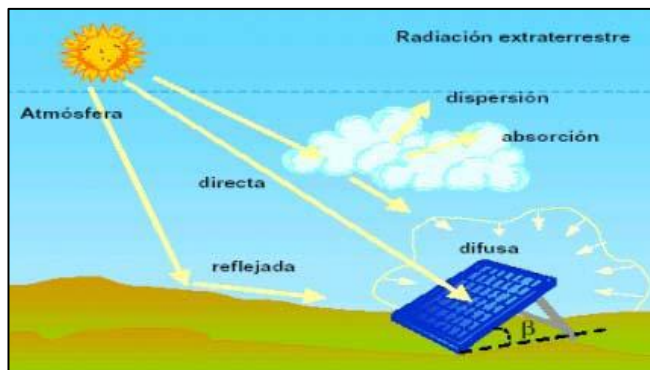
L'electrificació del transport pot generar una simbiosi entre VE i energies renovables. El primer pot generar demanda en les hores baixes del sistema i les segones, a canvi, pot abaratir el preu de l'energia per reduir-ne el cost de la recàrrega de bateries. A més a més, aquest binomi renovables – VE pot facilitar la gestió de les renovables disponibles, fet que pot agilitzar i abaratir els costos de gestió del sistema elèctric.

Després del plantejament que s'ha mostrat, es presenta l'energia solar fotovoltaica i la seva tecnologia. Es tracta d'una font d'energies renovables molt poc explotada, ara per ara, a l'Estat espanyol.

3.3.3. Energia solar fotovoltaica

L'energia solar fotovoltaica (FV) és aquella energia obtinguda mitjançant la captació de la radiació de llum provinent del sol i l'efecte fotovoltaic. La radiació solar que arriba a la Terra es pot aprofitar a través de l'energia que transporta. La potència de la radiació varia segons el moment del dia, les condicions atmosfèriques i la latitud. La intensitat de radiació provinent del Sol es pot diferenciar per 3 components diferents:

- Directa: fa referència a la radiació que viatja directament del Sol a la superfície. És el component més important per a les aplicacions de FV.
- Difusa: és la radiació solar que arriba a la superfície terrestre després de ser difosa per les molècules o partícules de l'atmosfera.
- Reflectida: és la radiació reflectida pel sòl o altres superfícies.



Imatge 3.5 Distribució de l'energia solar a la Terra [Font: [7]]

El mercat actual de l'energia solar fotovoltaica es mostra a continuació a la figura 3.10. S'hi pot apreciar que els sistemes connectats a la xarxa elèctrica predominen dins del mercat, tot i això en aquest treball se centra l'atenció a l'altra banda, en els sistemes *Off-grid*, és a dir aquells que no estan connectats a la xarxa i funcionen d'una manera totalment autònoma. Els sistemes *Off-grid* poden ser sistemes aïllats o mini-xarxes, típicament per proporcionar electricitat a una comunitat reduïda; i tal i com indica el nom "fora de la xarxa" és la manera en que es viu de forma autosuficient, sense la dependència dels serveis públics.

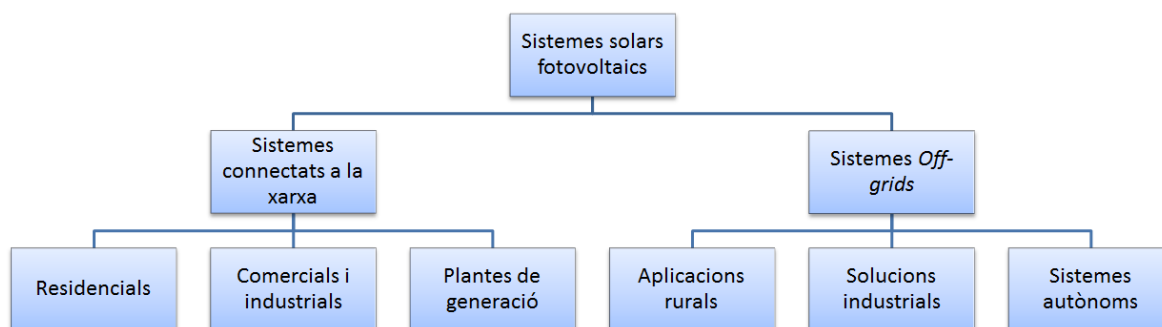


Figura 3.10 Mercat actual de l'energia solar fotovoltaica [Font: [7]]

3.3.3.1. L'efecte fotovoltaic

L'efecte fotovoltaic és la base del procés mitjançant el qual una cèl·lula FV converteix la llum solar en electricitat. La llum solar està composta per partícules energètiques, anomenades fotons. Aquests fotons són diferents nivells d'energia, corresponent a les diferents longituds d'ona de l'espectre solar. Quan els fotons incideixen sobre una cèl·lula FV poden ser reflectits o absorbits, i són aquests últims els que generen electricitat.

Quan un fotó és absorbit, l'energia del fotó es transfereix a un electró d'un àtom de la cèl·lula FV. Amb aquest guany d'energia, l'electró és capaç d'escapar de la seva posició normal

associada, per poder formar part d'un corrent en un circuit elèctric.

Les parts més importants de la cèl·lula FV són les capes de semiconductors, ja que és on sorgeix el corrent d'electrons que genera l'electricitat. Aquests semiconductors són tractats d'una manera especial per tal de formar dues capes diferents conegudes com a tipus p i tipus n, per poder formar el camp elèctric amb una banda positiva i una altra de negativa. Quan la llum solar incideix sobre la cèl·lula s'allibera una part d'electrons formant el corrent elèctric.

Per tant, les cèl·lules FV estan formades per materials que actuen com a aïllant a baixes temperatures i com a conductor a altes temperatures. Per aquesta raó, no hi ha un tipus de material ideal per a tots els tipus de cèl·lules o aplicacions, ja que cada una s'ha d'adaptar a unes característiques i/o condicions úniques.

El rendiment de la conversió és proporcional a la llum solar que la pròpia cèl·lula pot convertir en energia elèctrica i és un factor clau dins d'aquesta tecnologia ja que la fa més competitiva de cara a altres fonts d'energia.

Aquestes cèl·lules es connecten unes amb les altres, encapsulades o muntades sobre una estructura suport, conformant el que s'anomena un mòdul fotovoltaic, mostrat a la imatge 3.6. Els mòduls estan dissenyats per subministrar electricitat a un determinat voltatge, normalment a 12 o 24 V, i poden estar connectats en sèrie o paral·lel per poder assolir els corrents o tensions desitjats.

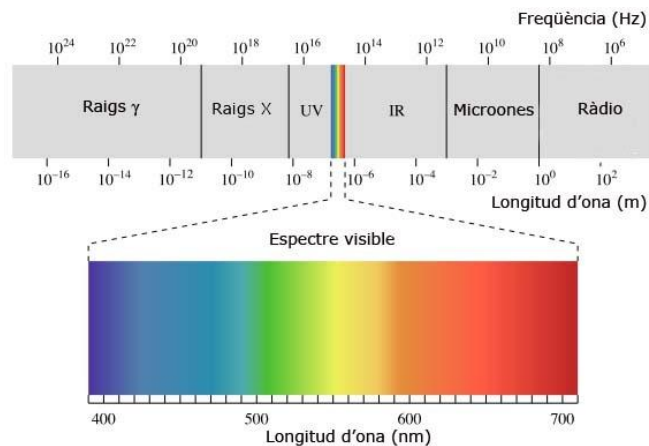
Per tal d'utilitzar l'energia elèctrica provinent de l'efecte fotovoltaic es necessiten altres components, a part del sistema FV (conjunt de mòduls FV). Aquests sistemes FV es classifiquen entre autònoms o connectats a la xarxa, ja sigui per un ús propi independentment de la xarxa elèctrica global o si interaccionen amb aquesta abocant-hi l'energia generada a la xarxa.



Imatge 3.6 Mòduls fotovoltaics [Font: Sunco Energy]

3.3.3.2. La radiació solar

La radiació solar és el conjunt de radiacions electromagnètiques emeses pel Sol, que es distribueixen des de l'infraroig fins a l'ultraviolat.



Imatge 3.7 Conjunt de radiacions electromagnètiques [Font: [7]]

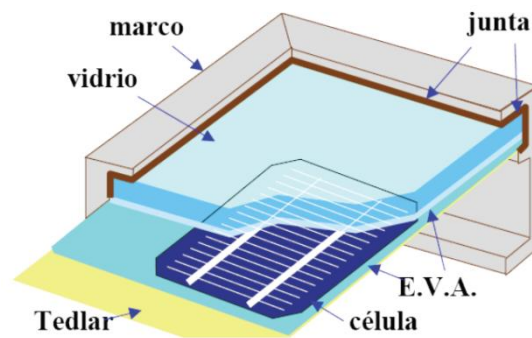
No tota la radiació aconsegueix arribar a la superfície terrestre, ja que les radiacions de longitud més curta són absorbides pels gasos de l'atmosfera. La magnitud que mesura la radiació solar que arriba a la superfície de la Terra és la irradiància, mesurada en W/m², que varia segons la ubicació on es mesuri.

3.3.3.3. El panell fotovoltaic

El panell solar, o com s'ha anomenat abans mòdul FV, està format per les diferents cel·lules que produeixen electricitat. El paràmetre estandarditzat per poder classificar-ne la potència és la coneguda potència pic que fa referència a la potència màxima que el panell pot generar sota unes condicions estandarditzades, que són:

- Irradiació de 1.000 W/m²
- Temperatura del panell de 25°C

A més, el panell disposa de molts altres elements, a part de les cèl·lules solars, que garanteixen una adequada protecció de tot el conjunt, per tal d'assegurar la rigidesa suficient i la subjecció amb l'estructura de suport i així permetre la connexió elèctrica, s'observa a la figura 3.7:



Imatge 3.8 Elements d'una placa FV [Font: Mansur Solar]

Els elements són:

- Coberta exterior de cara el Sol: és de vidre que facilita el màxim la transmissió de la irradiació solar. Característica per una resistència mecànica alta i transmissivitat.
- Encapsulat: fet de silicona o EVA. És molt important per la continua exposició del Sol, fa que no n'afecti la transparència, a part de tenir les mateixes característiques de transmissivitat que el vidre.
- Protecció posterior: de la mateixa manera que els altres ha de garantir rigidesa i protecció envers agents externs
- Marc metàl·lic: quasi bé sempre s'utilitza alumini, ja que és resistent i proporciona estanqueïtat a tot el conjunt. La unió entre el marc metàl·lic i els elements que formen el mòdul està feta mitjançant diferents tipus de sistemes resistents a les condicions de treball del panell.
- Cablejat i borns de connexió: els habituals utilitzats en instal·lacions elèctriques, protegits de l'exterior per caixes.
- Díode de protecció: amb l'exclusiva missió de protegir de sobrecàrregues o altres alteracions del sistema.

A més a més, es poden classificar segons la composició de les cèl·lules:

- Monocristal·lí:
 - El més eficient al mercat: 16-21 %.

- Vida útil més llarga: 25 anys.
 - Requereixen el mínim espai en comparació a qualsevol altre tipus.
 - Són els més cars.
 - El *pay-back* d'energia és aproximadament de 3 anys.
- Policristal·lí:
- Eficiència entre 13-18 %.
 - Tenen una estructura totalment rectangular.
 - Té un procés de fabricació senzill.
 - Més barat que el monocristal·lí.
 - Amb altes temperatures, treballa pitjor comparat amb el monocristal·lí.
 - El *pay-back* d'energia és aproximadament d'1,5 anys.
- Pel·lícula prima:
- La disposició d'una o varies capes primes de material FV sobre un substrat és la idea bàsica de com es fabriquen.
 - Feta de diversos materials.
 - És el menys usat i desenvolupat al mercat.
 - El *pay-back* d'energia és aproximadament d'1 any.

3.3.4. Avantatges i desavantatges

A continuació es nombren el seguit d'avantatges i desavantatges que comporta avui en dia la implementació de l'energia solar fotovoltaica:

Avantatges	Desavantatges
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Font més prometedora de les energies renovables ✓ No contamina. ✓ No té parts mòbils. ✓ No requereix manteniment. ✓ Instal·lable a les cobertes d'edificis. ✓ No genera residus. ✓ No produeix contaminació acústica. ✓ Font inesgotables. ✓ Elevada fiabilitat. ✓ Disponibilitat operativa excel·lent. ✓ Vida útil de 30 anys. ✓ Resisteix condicions climàtiques extremes. ✓ Pot abastir tant zones rurals de poca demanda com zones industrials amb gran demanda d'energia. ✓ Pot augmentar-se la capacitat. ✓ Es pot vendre l'excedent d'electricitat a una companyia elèctrica. 	<ul style="list-style-type: none"> X Construcció i fabricació complexa i cara. X Inversió inicial significativa. X Dificil d'emmagatzemar. X Actualment no és competitiva amb altres energies. X Producció molt variable segons la climatologia i l'època de l'any. X Rendiment actual del 13 %.

Taula 3.4 Avantatges i desavantatges de l'energia solar fotovoltaica [Font: [8]]

3.3.5. Sistema utilitzat

Tot i que ja s'ha esmentat anteriorment, la configuració del sistema que se centra aquest treball és el sistema *off-grid*, desconnectat de la xarxa i funcionant de manera autònoma. La principal raó per la qual s'ha optat per aquest sistema, és perquè requereix molt menys accions per a infraestructures comparat amb la connexió a la xarxa, i per tant, a part de simplificar el sistema global, també fa que la solució final sigui més econòmica.

Un esquema d'un sistema autònom és el mostrat a continuació:

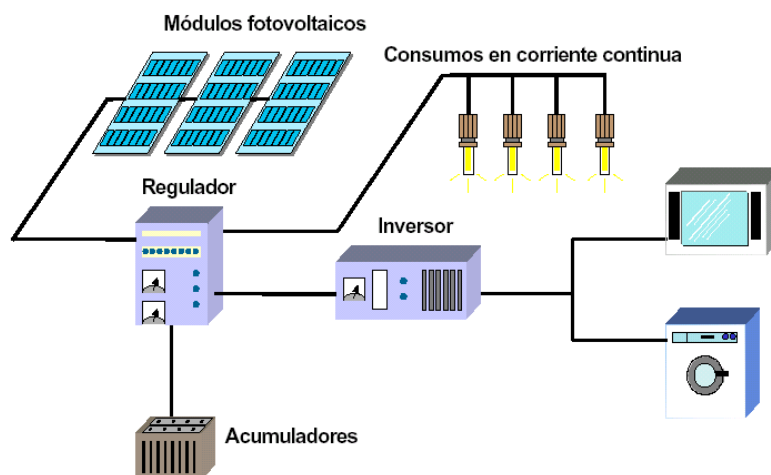


Figura 3.11 Esquema d'un sistema autònom [Font: Genera Solutions]

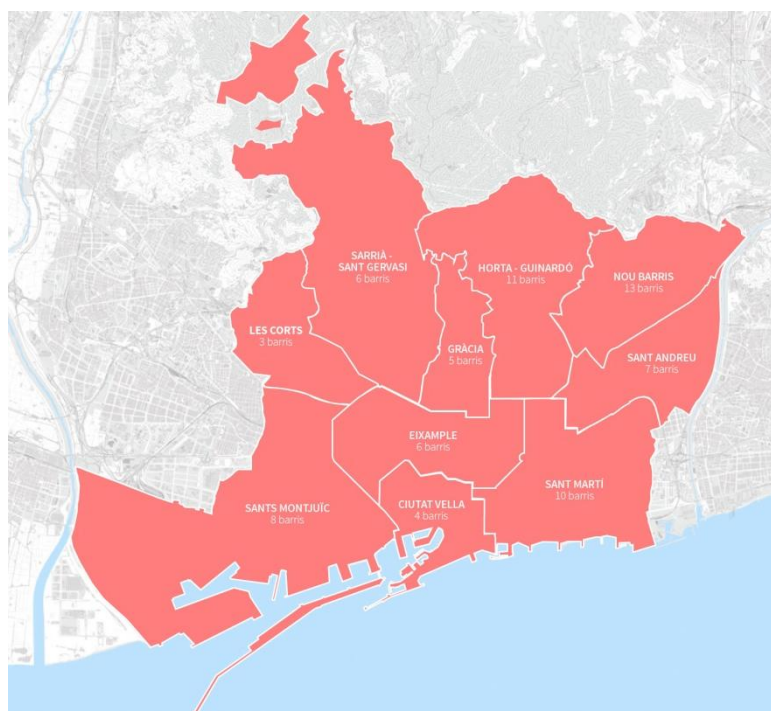
4. Anàlisi de la situació del VE a Barcelona

4.1. Consideracions

Abans de començar amb tota l'anàlisi sobre la situació del cotxe elèctric, cal comentar una consideració important. Durant tota l'anàlisi es té en compte el territori únicament que engloba la ciutat de Barcelona, és a dir no es té en consideració l'àrea metropolitana; aquesta decisió és important perquè les demandes d'autonomia en interurbà són molt més grans, per a una ciutat petita com Barcelona amb desplaçaments urbans, els requeriments són més petits.

Continuant caracteritzant l'àrea d'estudi, s'ha dividit la ciutat en diferents àrees per tal de poder aproximar més l'anàlisi en cada àrea, ja que segons les característiques de cada una els resultats obtinguts són diferents. Com és lògic, les àrees en que s'ha dividit són els mateixos districtes, llistats a continuació:

1	Ciutat Vella
2	Eixample
3	Sants-Montjuïc
4	Les Corts
5	Sarrià-Sant Gervasi
6	Gràcia
7	Horta-Guinardó
8	Nou Barris
9	Sant Andreu
10	Sant Martí



Taula 4.1 i Imatge 4.1: Llistat i mapa dels districtes de Barcelona

[Font: Ajuntament de Barcelona]

Però per concretar més encara, i com que la informació recol·lectada ho ha permès, aquestes àrees s'han dividit en subàrees, en aquest cas s'ha fet coincidir amb l'avinentesa

de la divisió ja feta en barris. Tot i que cal especificar que, a partir del criteri de la magnitud d'àrees, en alguns casos dos barris han compartit dades per tal de simplificar l'anàlisi. El llistat de subàrees es mostra a continuació:

CIUTAT VELLA	1	El Raval
	2	El Barri Gòtic
	3	La Barceloneta
	4	Sant Pere, Santa Caterina i la Ribera
EIXAMPLE	5	El Fort Pienc
	6	La Sagrada Família
	7	La Dreta de l'Eixample
	8	l'Antiga Esquerra de l'Eixample
	9	La Nova Esquerra de l'Eixample
	10	Sant Antoni
SANTS	11	El Poble Sec - AEI Parc Montjuïc
	12	La Marina del Prat Vermell - AEI Zona Franca
	13	La Marina de Port
	14	La Font de la Guatlla
	15	Hostafrancs
	16	La Bordeta
	17	Sants - Badal
	18	Sants
LES CORTS	19	Les Corts
	20	La Maternitat i Sant Ramon
	21	Pedralbes
SARRIÀ-SANT GERVASI	22	Vallvidrera, el Tibidabo i les Planes
	23	Sarrià
	24	Les Tres Torres
	25	Sant Gervasi - La Bonanova
	26	Sant Gervasi - Galvany
	27	El Putxet i el Farró
GRÀCIA	28	Vallcarca i els Penitents
	29	El Coll
	30	La Salut
	31	La Vila de Gràcia
	32	El Camp d'en Grassot i Gràcia Nova
HORTA-GUINARDÓ	33	El Baix Guinardó
	34	Can baró
	35	El Guinardó
	36	La Font d'en Fargues
	37	El Carmel

		38	La Teixonera
		39	Sant Genís dels Agudells
		40	Montbau
		41	La Vall d'Hebron
		42	La Clota
		43	Horta
	NOU BARRIS	44	Vilapicina i la Torre Llobeta
		45	Porta
		46	El Turó de la Peira
		47	Can Peguera
		48	La Guineueta
		49	Canyelles
		50	Les Roquetes
		51	Verdun
		52	La Prosperitat
		53	La Trinitat Nova
		54	Torre baró
		55	Ciutat Meridiana
		56	Vallbona
	SANT ANDREU	57	La Trinitat Vella
		58	Baró de Viver
		59	El Bon Pastor
		60	Sant Andreu
		61	La Sagrera
		62	El Congrés i els Indians
		63	Navas
	SANT MARTÍ	64	El Camp de l'Arpa del Clot
		65	El Clot
		66	El Parc i la Llacuna del Poblenou
		67	La Vila Olímpica del Poblenou
		68	El Poblenou
		69	Diagonal Mar i el Front Marítim del Poblenou
		70	El Besòs i el Maresme
		71	Provençals del Poblenou
		72	Sant Martí de Provençals
		73	La Verneda i la Pau

Taula 4.2 Llistat de barris i districtes de Barcelona [Font: Ajuntament de Barcelona]

Per poder situar millor cada un dels barris en els districtes, a continuació es mostra el mapa de la ciutat:



Imatge 4.2 Barris de Barcelona [Font: Ajuntament de Barcelona]

I ja per finalitzar aquesta consideració, és important tenir en compte el nombre d'habitants que viuen a cada districte, i així saber com es reparteix la demografia de la capital catalana. Per això, a continuació es mostra la taula amb el nombre d'habitants per cada districte l'any 2015:

Districte	Nombre de llars
1. Ciutat Vella	100.115
2. Eixample	263.558
3. Sants-Montjuïc	180.757
4. Les Corts	81.530
5. Sarrià-Sant Gervasi	146.834
6. Gràcia	120.401
7. Horta-Guinardó	166.559
8. Nou Barris	164.648
9. Sant Andreu	146.494
10. Sant Martí	233.659

**Taula 4.3 Nombre de d'habitants a cada districte de Barcelona
[Font: Departament d'Estadística – Ajuntament de Barcelona]**

4.2. Barcelona i el cotxe elèctric

Avui en dia, Barcelona és líder en matriculacions de VE a l'Estat espanyol pel que va d'any (2016). Segons les fonts de la DGT (Direcció General de Trànsit), a Catalunya s'han matriculat un 40 % dels cotxes matriculats a Espanya, i un 15 % a la pròpia ciutat de Barcelona.

En concret, la quota de matriculacions del VE a Barcelona és de 15 vehicles per cada 100 matricules noves, i se situa 6 vegades per sobre la mitjana estatal. Sobretot destaca per la gran flota d'autobusos de la Transports Metropolitans de Barcelona i per ser la ciutat europea amb més motocicletes elèctriques. Aquests fets provoquen que la ciutat estigui preparada per rebre VE quant a infraestructura.

Per anar-se situant, primer de tot es mostra a la taula següent com es distribueix el parc de vehicles a la ciutat de Barcelona en els últims 5 anys.

Tipologia	2011	%	2012	%	2013	%	2014	%	2015	%
Turismes	591.733	60,6	584.848	60,4	564.194	61,7	564.700	61,6	570.345	61,4
Motos	210.328	21,5	213.875	22,1	203.414	22,2	207.573	22,6	214.837	23,1
Ciclomotors	85.405	8,7	82.743	8,5	63.275	6,9	60.758	6,6	58.881	6,3
Furgonetes	31.831	3,3	29.810	3,1	41.875	4,6	42.869	4,7	43.948	4,7
Camions	26.111	2,7	25.094	2,6	22.044	2,4	21.171	2,3	20.763	2,2
Altres vehicles	20.414	2,1	20.006	2,1	18.920	2,1	19.419	2,1	19.738	2,1
No consta	10.523	1,1	11.956	1,2	789	0,1	32	0,0	32	0,0
TOTAL	976.345	100	968.332	100	914.511	100	916.522	100	928.512	100

Taula 4.4: Distribució del parc de vehicles dels darrers 5 anys

[Font: Departament d'Estadística – Ajuntament de Barcelona]

Com es pot observar, l'augment en tots els tipus de vehicles s'ha mantingut constants en els darrers 6 anys, com també la distribució de cada una de les tipologies. Com que aquest treball se centra únicament en el turisme amb motor elèctric, a continuació es mostra una taula detallant les dades per cada districte:

	Nre. de vehicles	% Vehicles respecte a Barcelona	% Vehicles respecte al districte
1. Ciutat Vella	20.868	3,66 %	49,16 %
2. Eixample	95.707	16,78 %	59,55 %
3. Sants - Montjuïc	65.784	11,53 %	61,37 %
4. Les Corts	40.907	7,17 %	65,12 %
5. Sarrià - Sant Gervasi	71.590	12,55 %	58,93 %
6. Gràcia	38.411	6,73 %	58,03 %
7. Horta - Guinardó	56.845	9,97 %	61,32 %
8. Nou Barris	51.315	9,00 %	67,10 %
9. Sant Andreu	49.630	8,70 %	65,63 %
10. Sant Martí	78.437	13,75 %	64,80 %
No consta	851	0,15 %	

Taula 4.5: Distribució de turismes per districtes i el percentatge respecte Barcelona i el districte

[Font: Departament d'Estadística – Ajuntament de Barcelona]

Com que el VE és una tecnologia emergent ara per ara, les estadístiques que en fan referència són quasi nul·les i no fiables. Tot i això, per fer una idea força clara de quin és el nombre actual de cotxes elèctrics que circulen de Barcelona, s'utilitza la xifra de cotxes matriculats l'any 2015, i d'aquesta manera podem saber més o menys quin és el percentatge, es mostra la taula següent:

	Gasolina	Diesel	Elèctric Pur	Elèctric Híbrid	Altres	Total
Turismes	10.034	11.772	126	462	93	22.487

Taula 4.6 Vehicles matriculats l'any 2015 per tipus de motor [Font: Direcció General de Tràfic]

Amb aquestes dades, es pot arribar a la conclusió que un 0,56 % dels cotxes matriculats durant l'any 2015 són elèctrics purs, el punt d'estudi d'aquest treball. Un altre fet que s'ha de tenir en compte és que aquest percentatge no és aplicable a partir d'una certa antiguitat. És per això que aquest percentatge s'aplica amb 4 anys d'antiguitat, és a dir aquells fabricats del 2012 en endavant. Es mostren les dades a la taula següent.

TOTAL	Nombre ≤ 3 anys	% ≤ 3 anys	Nombre > 3 anys
570.345	80.544	14,1%	489.801

Taula 4.7: Antiguitat dels cotxes a Barcelona

[Font: Departament d'Estadística – Ajuntament de Barcelona]

Amb la informació obtinguda, i a partir de la taula 4.5 (que informa sobre el nombre de vehicles a cada districte), es pot fer del càlcul per saber el nombre de cotxes elèctrics aproximats que hi ha a la ciutat de Barcelona i a cada un dels districtes. Amb un total de 450 VE a la ciutat, repartits de la manera següent:

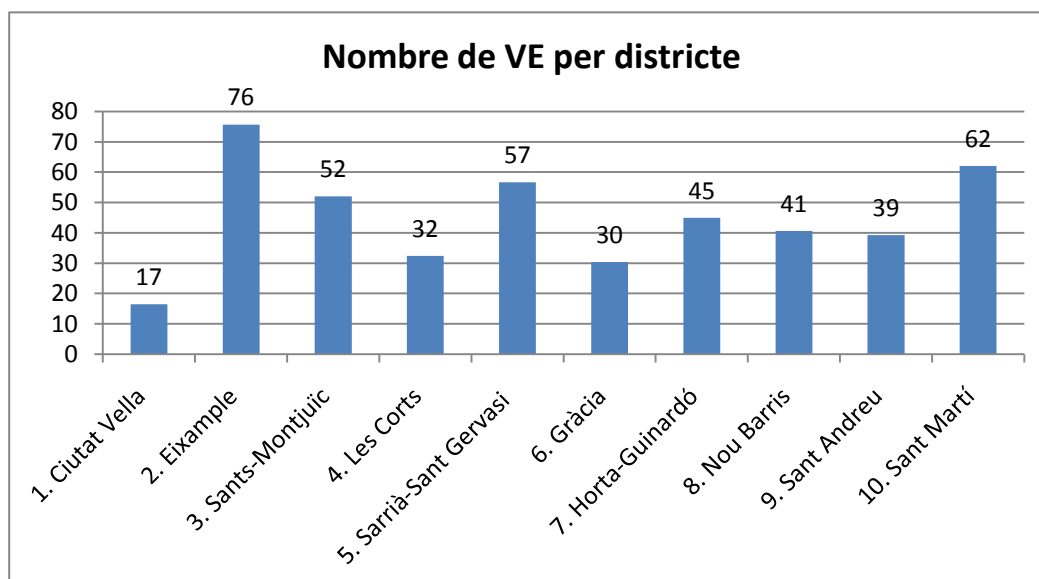


Figura 4.1 Nombre de VE per districte [Font: Elaboració pròpia]

4.2.1. La infraestructura de recàrrega a Barcelona

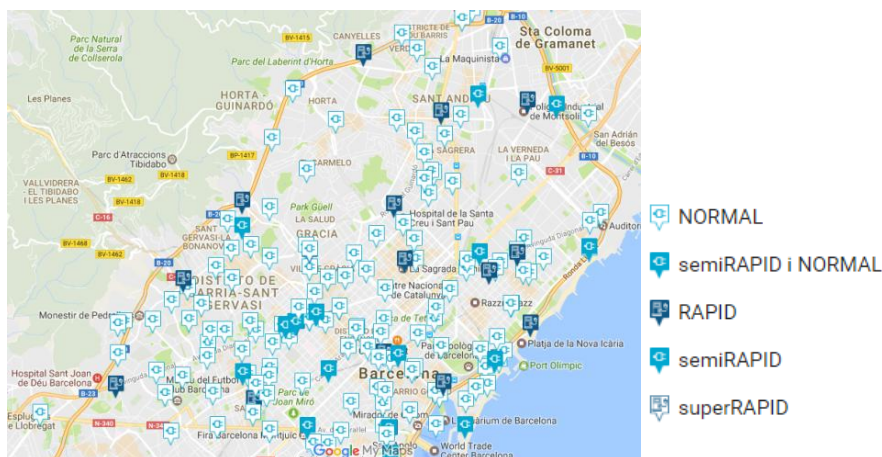
Tant l'any 2015 com el 2016 han estat dos anys importants per a l'expansió de la infraestructura de recàrrega elèctrica a Catalunya. Destacant sobretot, l'augment de punts de recàrrega ràpida elèctrica al territori, i fixant-se en Barcelona hi hagut un augment d'instal·lacions als aparcament B:SM.

Són un total de 1.188 endolls de VE repartits en 340 estacions per tota la regió catalana, dels quals 300 PdR es troben a Barcelona, són públics i gratuïts. És a dir que trobem una relació de 1,5 VE per cada PdR instal·lat. Més endavant, a la figura 4.2 es mostra el mapa de la ciutat amb els diferents PdR segons el temps de recàrrega, però a continuació es detallen els diferents tipus d'endolls:

Tipus	Model	Vehicles compatibles
Superràpid (120 kW)	Tesla	Vehicles Tesla
Ràpid (44-50kW)	CHAdemo-DC	Nissan, Mitsubishi, Peugeot, Citroën, KIA
	Mennekes-AC	Renault, Volkswagen, BMW, BYD, Tesla, Volvo, Audi, Mercedes, Porsche
	CCS Combo2-DC	BMW, Volkswagen, Audi, Mercedes, Porsche
Semiràpid (3,7-22kW)	Mennekes	Renault Volkswagen, BMW, BYD, Volvo, Audi, Mercedes, Porsche, Tesla
Normal (<3,7kW)	SAE J1772	Nissan, Opel, Mitsubishi, Peugeot, Citroën, Ford, Toyota, KIA
	Schuko	Totes
	Mennekes	Renault, Volkswagen, BMW, BYD, Volvo, Audi, Mercedes, Porsche

Taula 4.8 Llistat dels tipus de recàrrega amb els models i vehicles compatibles [Font: [9]]

Distribuïts de la manera següent.



Imatge 4.3 Distribució dels PdR a Barcelona [Font: [9]]

4.3. Consum

En aquest punt, s'expandeix el que ja s'ha comentat en punts previs, el consum del VE.

Començant amb nombres grans, molts cops es comenta que el VE consumeix uns 17kWh

cada 100 km, però això no és del tot cert, ja que és l'energia que es transmet des de les bateries fins les rodes. Com que la transmissió no és del 100 %, la energia emmagatzemada ha de ser superior. Moltes dades rellevants indiquen que el rendiment és aproximadament un 90 %, per tant el consum de la xarxa elèctrica és de 18,8 kWh/100km.

4.3.1. Consum a Barcelona

A partir de les dades obtingudes del consum d'un VE, el pas següent és analitzar el consum diari de la ciutat amb la flota de VE que disposa.

Per començar, es fa la separació en dos grans grups, per una banda els VE dedicats al servei de taxi i, de l'altra, els VE privats. És a dir, i partint de la base calculada prèviament mostrada a figura 4.21, del total de 450 VE de la ciutat de Barcelona, 30 són taxis i la resta, 420, són VE privats. Aquesta separació s'ha fet bàsicament per la gran diferència quant a la quantitat de quilòmetres diaris que es realitzen.

D'altra banda, el taxi és un vehicle que circula des de 150 a un 230 quilòmetres diaris durant un torn de feina segons el tipus de carreres. A la figura 4.2 es pot veure la distribució de quilòmetres diaris d'un taxi de Barcelona, la mitjana és de 185 quilòmetres. En canvi i de l'altra banda, el recorregut mitjà d'un vehicle privat dins de la ciutat de Barcelona és de tan sols 6 quilòmetres, i com que el recorregut total està format tant per l'anada com per la tornada posterior, la distància de recorregut diària total és de 12 km. L'última dada restant, és la freqüència que l'usuari carrega el VE. Es considera una diferència de 5 dies entre recàrrega i recàrrega.

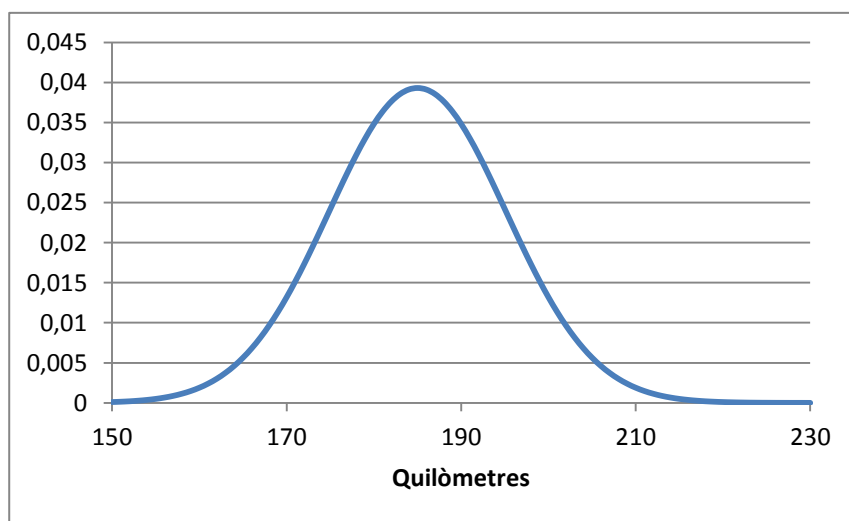


Figura 4.2 Distribució normal dels quilòmetres realitzats per un taxi diàriament

[Font: elaboració pròpia]

A la taula 4.9 es mostra el que s'ha comentat just anteriorment; a més a més, mitjançant la dada de consum, s'especifica el consum diari unitari per cada tipus de VE i per descomptat el consum final global diari.

	Nombre	Desplaçament diari [km]	Consum unitari [kWh/Vehicle/Dia]	Consum total diari [kWh]
Taxis	30	185	34,8	1.043,4
Vehicle privat	420	12	2,3	189,5
			TOTAL	1.232,9

Taula 4.9 Nombre, desplaçaments i consums dels taxis i vehicles privats com a VE

[Font: elaboració pròpia]

Ara, el més adient és veure quant representa aquesta quantitat dins del consum d'energia final de Barcelona. Aquest consum va ser 17.001,78 GWh d'energia final durant l'any 2008, consumida pràcticament a parts igual entre el sector terciari, el sector domèstic i el sector de transports, i la resta cap al sector industrial i una part molt reduïda a altres sectors. El consum final d'energia representada per sectors es mostra a la figura següent:

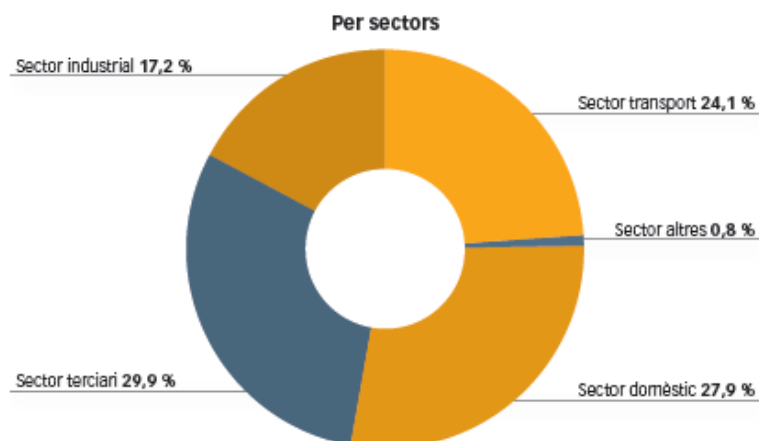


Figura 4.3 Consum energia final segons sector de consum [Font: [10]]

És a dir que el consum del sector del transport representa un total de 4.100,83 GWh, que si s'exclou el consum ferroviari de 248,37 GWh i el de gas liquat de petroli de 2,19 GWh (ja que no és un combustible usat en els vehicles en què se centra l'estudi) s'obté un total de consum d'automoció viària a Barcelona de 3.850,17 GWh durant l'any 2008.

Si a més a més, es desglossa aquesta dada en cada una de les opcions d'energia per

l'automoció, es pot aconseguir el seu consum diari a la ciutat de Barcelona:

	[GWh/dia]
Gasolina	3,23
Gasoil	7,12
Gas Natural	0,20
Electricitat	0,001
Total	10,55

Taula 4.10 Consum diari de cada font d'energia en l'automoció [Font: elaboració pròpia]

Amb aquestes dades s'arriba a una primera conclusió. Ara per ara, el consum d'energia consumida pels cotxes elèctrics es quasi bé insignificant amb una representació del 0,01% respecte el total, mostrat a la figura 4.4:

Consum d'energia per automoció a Barcelona

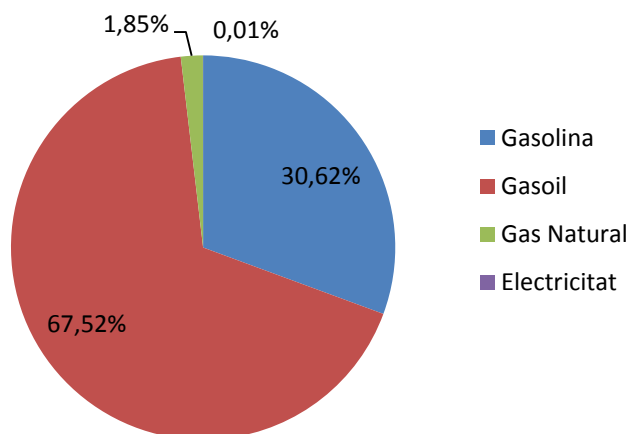


Figura 4.4 Consum diari de cada font d'energia en l'automoció [Font: elaboració pròpia]

4.3.2. Escenaris hipotètics

En aquest apartat es plantegen diferents situacions, ara per ara totalment hipotètiques. Aquestes situacions venen caracteritzades pel percentatge de VE que formen part de la flota de vehicles a Barcelona. D'aquesta manera es vol obtenir la quantitat d'energia que pot representar i afectar dins del global, i així fer-ne una valoració. D'aquesta manera també es veurà si la ciutat de Barcelona està preparada per a la immersió del VE i la seva infraestructura.

Es parteix de l'escenari de partida, comentat a l'apartat 5.3.1, i la metodologia aplicada per

crear els nous escenaris s'ha basat a examinar com afecta l'evolució dels principals ràtios de VE a Barcelona. No es té en compte en cap moment els indicadors socioeconòmics que podrien influir en la acceptació del VE dins de la societat.

Hi ha varis factors que es mantenen constants en totes les hipòtesis realitzades:

- La distribució de vehicles per cada districte: es considera que la distribució d'habitants per cada barri, i per tant de cada districte, no canvia en cap de les situacions, siguin a curt o a llarg termini.
- Els quilòmetres de desplaçaments interurbans i els dies laborables: es considera que el model de mobilitat i el model laboral a Barcelona seguirà sent el mateix que l'escenari de partida.
- Consum: com que ja se sap que el consum mitjà és de 18,8 kWh cada 100 quilòmetres, i això només es pot optimitzar millorant la tecnologia interna del VE, i com que no es tenen coneixements de com seran les tecnologies futures es manté el consum.
- Nombre de vehicles a Barcelona: es considera que el parc de vehicles de Barcelona es manté constant quant a la distribució i el nombre d'efectius. En els últims anys, la variació d'efectius no ha variat més de l'1 % respecte els anys anteriors. Sí que es consideren noves matriculacions de cotxes en circulació cada any, però es fa la hipòtesi que en són el mateix nombre que es donen de baixa. Aquesta hipòtesi està suportada per les mesures que ha pres l'Ajuntament barceloní a través del Pla contra la contaminació en què dictamina que els cotxes més contaminants no podran entrar a Barcelona o circular-hi a partir de l'any 2020.

A continuació s'esmenen els diferents escenaris i les característiques, i un cop explicats s'exposen els resultats en una taula comparativa. S'ha de dir que en tots els escenaris hipotètics s'incentiva molt la incorporació del cotxe elèctric, per això el nombre de matriculacions augmenta.

4.3.2.1. Escenari 1

Se situa en un any, a curt termini, és a dir que el percentatge de cotxes amb matriculació a partir de l'any 2012 no és gaire més elevat. El que sí es té en compte és que la matriculació

de cotxes elèctrics representa un 5 % del total, obtenint fins al triple en referència a l'escenari inicial. S'obté fins a 1.495 VE, dels quals es promociona el taxi.

	Escenari 1	Escenari de partida
% VE	1,5 %	0,6 %
% ≤ 2012	17,5 %	14,1 %
Cotxes matriculats	1.495	450
% Taxis	18,0 %	6,7 %
% Vehicle privat	82,0 %	93,3 %
Nº Taxis	269	30
Nº Vehicle privat	1.226	420
Nº Total de VE	1.495	450

Taula 4.11 Dades escenari 1 [Font: elaboració pròpia]

4.3.2.2. Escenari 2

Se situa a un termini més avançat, com podria ser l'any 2020, on tal i com s'ha exposat abans el cotxe de combustió contaminant no pot entrar ni circular per la ciutat; per tant, hi haurà un augment de compres de VE. Es torna a augmentar el percentatge de taxis ja que es promociona que el servei de transport sigui elèctric.

	Escenari 2	Escenari de partida
% VE	18 %	0,6 %
% ≤ 2012	25 %	14,1 %
Cotxes matriculats	24.915	450
% Taxis	20 %	6,7 %
% Vehicle privat	80 %	93,3 %
Nº Taxis	4.983	30
Nº Vehicle privat	19.932	420
Nº Total de VE	24.915	450

Taula 4.12 Dades escenari 2 [Font: elaboració pròpia]

4.3.2.3. Escenari 3

Situat a 10 anys vista de l'actualitat, és a dir que el percentatge de cotxes actuals ja comença a obtenir valors força elevats per dues raons: pel fet que els propietaris realitzen el canvi de cotxe amb una freqüència més elevada que no pas la vida útil pròpia del vehicle; i pel pla instaurat per les autoritats per tal de fomentar el VE o híbrids i treure de la circulació aquells vehicles més contaminants. A més, la incorporació de VE es fomenta fins a una quarta part dels vehicles totals, tenint en compte que les tecnologies d'aquest han millorat de

manera considerable i els preus són compatibles amb les altres tecnologies.

	Escenari 3	Escenari de partida
% VE	25 %	0,6 %
% ≤ 2012	55 %	14,1 %
Cotxes matriculats	78.305	450
% Taxis	20 %	6,7 %
% Vehicle privat	80 %	93,3 %
Nº Taxis	15.661	30
Nº Vehicle privat	62.644	420
Nº Total de VE	78.305	450

Taula 4.13 Dades escenari 3 [Font: elaboració pròpia]

4.3.2.4. Escenari 4

Aquest últim escenari es planteja a llarg termini, el 2030 aproximadament. Es fa la hipòtesi que la incorporació del VE al parc de vehicles barceloní està totalment normalitzada, és a dir que el percentatge de VE respecte a les altres tecnologies és superior a una tercera part del total. A més, lògicament, una àmplia majoria dels cotxes són posteriors a l'any 2012.

	Escenari 4	Escenari de partida
% VE	45 %	0,6 %
% ≤ 2012	75 %	14,1 %
Cotxes matriculats	192.204	450
% Taxis	20 %	6,7 %
% Vehicle privat	80 %	93,3 %
Nº Taxis	38.441	30
Nº Vehicle privat	153.763	420
Nº Total de VE	192.204	450

Taula 4.14 Dades escenari 4 [Font: elaboració pròpia]

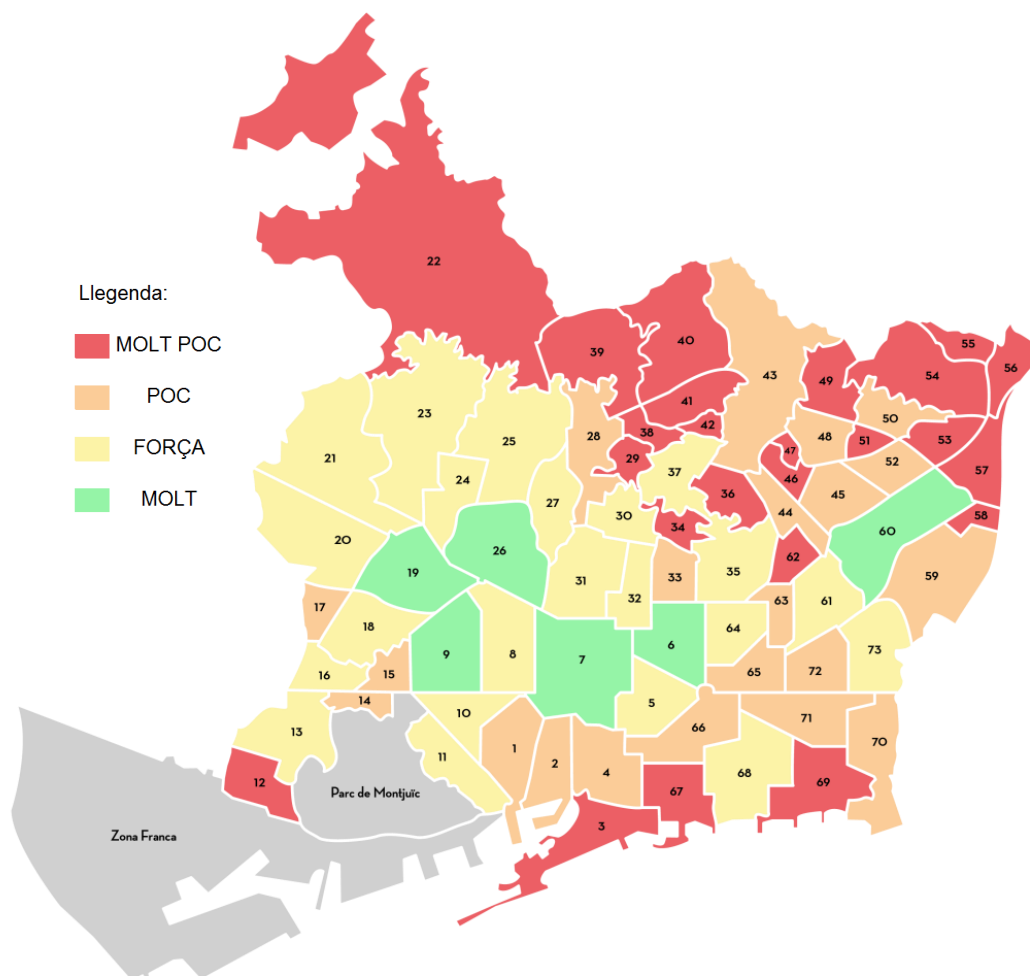
Un cop plantejats tots els escenaris, cal veure'n els resultats. Es plasma a la taula de continuació el total de VE matriculats i el consum que suposa, tant per separat com conjuntament taxis i vehicles privats; a més es mostra el percentatge respecte el consum total d'automoció que es consumeix a la ciutat de Barcelona.

	Escenari de partida	Escenari 1	Escenari 2	Escenari 3	Escenari 4
VE matriculats	450	1.495	24.915	78.305	192.204
Consum total diari taxis [MW]	1,04	9,36	173,31	544,69	1.336,97
Consum total diari VP[MW]	0,19	0,55	8,99	28,27	69,38
Consum total [MW]	1,23	9,91	182,30	572,96	1.406,35
% consum d'automoció a Barcelona	0,01%	0,09%	1,70%	5,15%	11,76%

Taula 4.15 Taula de resultats de tots els escenaris [Font: elaboració pròpia]

A més a més, a partir d'una relació totalment proporcional, com que es disposa de les dades del nombre de cotxes a cada barri (veure taula A1.1 a l'annex 1) es pot obtenir el nombre de VE que es troba en cada un dels barris de Barcelona, com també el consum total. D'aquesta manera s'aconsegueix la demanda energètica de cada un dels barris. S'ha de tenir en compte que no es té en compte el nivell de vida de cada un dels barris, és a dir que la implementació en cada d'un d'ells serà igual i no hi haurà barris amb avantatges. També s'ha de considerar que no es fa diferenciació entre barris amb característiques de connectivitat i característiques del barri, com podria ser l'Eixample (un barri amb molts pàrquings privats i relativa facilitat d'aparcament al carrer) i el barri de Gràcia (un barri molt pensat pels vianants i amb poques places d'aparcament). Les taules del nombre de VE i de la demanda energètica de cada un dels barris en tots els escenaris es troben a l'annex 2 en les taules A2.1 i A2.2.

A la imatge que es mostra a continuació s'hi representen tots els barris de la ciutat, mostrant el nivell de cotxes i el nivell de consum de cada barri; com que la diferència entre escenaris és constant, com també la relació entre nombre de cotxes i consum, aquesta imatge representa el nivell de consum i nombre de cotxes en tots els escenaris.



Imatge 4.4 Nivell de VE i consum de cada barri de Barcelona [Font: elaboració pròpia]

4.3.2.5. Conclusions dels escenaris

Tot i que és cert que els escenaris plantejats no es basen plenament en cap font concisa i s'han definit les condicions de cada un a partir del propi criteri de l'autor del treball, sí que s'ha estat influenciat pels nous plans de l'Ajuntament de Barcelona. A més, d'aquesta manera, tot i no ser dades reals, són aproximades i es poden extreure conclusions útils i creïbles.

La primera de les conclusions que es poden observar a la taula de resultats, és que actualment el volum de consum total que representen els VE és quasi bé nul, per tant queda clar que el VE a Barcelona avui en dia té una presència insignificant. Seguint mirant la taula, i observant els escenaris hipotètics plantejats per als anys següents, es denota un augment molt significatiu, sobretot de cara al futur més llunyà on el consum augmenta fins a 100 vegades respecte a l'actual, tal i com es mostra a la figura 4.5 Tot i que també cal fixar-se

que en els primers anys, encara que els valors siguin més minsos respecte altres escenaris, el valor augmenta de manera considerable, això podria ser a causa d'un inici potent de la implementació del VE a la ciutat.

És imprescindible afegir-hi que a partir d'aquestes dades es poden derivar altres conclusions.

Primer de tot, que tot augment de VE a les vies de circulació de Barcelona implica un augment ben bé proporcional dels PdR per tota la ciutat, per tant cal un pla viari d'on s'han de situar els PdR, de com i de quin tipus cal implementar; aquest estudi, però, és fora de l'abast d'aquest projecte.

En segon lloc, cal contemplar la possibilitat d'un canvi a la infraestructura elèctrica de la ciutat per tal de poder suportar tal augment d'energia, on els punts finals són els PdR.

I per últim, s'ha de plantejar d'on es treu l'energia necessària per fer front a aquest increment plantejat. Aquest últim punt és el que es comentarà amb detall a l'apartat 5.3.

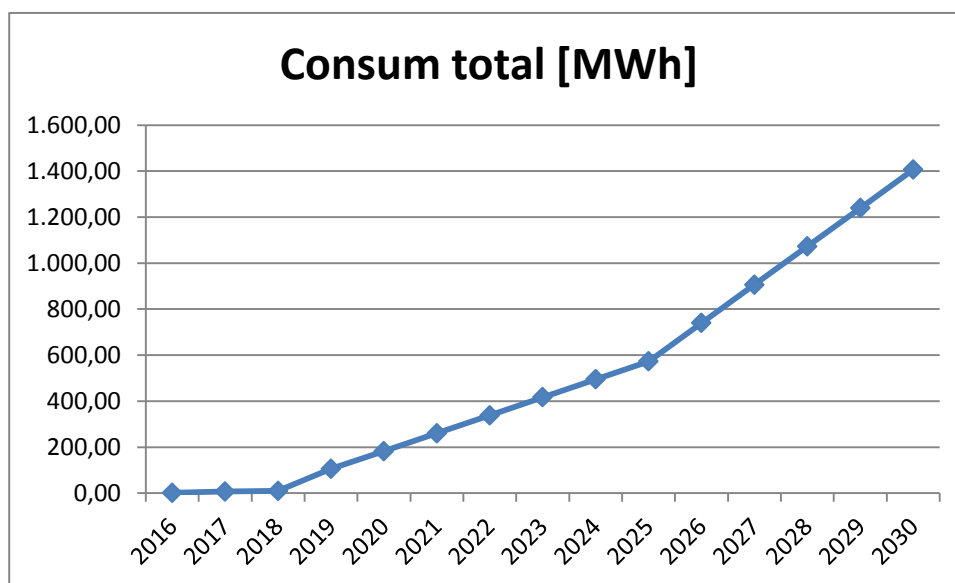


Figura 4.5 Consum total dels escenaris hipotètics [Font: elaboració pròpia]

4.3.3. Estudis de sensibilitat

L'objectiu d'una anàlisi de sensibilitat és avaluar la precisió de les prediccions, i així poder validar el model per tal d'acceptar-ne les prediccions com a raonables. S'identifiquen els quilòmetres recorreguts pel vehicle privat com a un paràmetre que afecta considerablement

els resultats; una altra raó per la qual s'escull aquest paràmetre és perquè la procedència de la dada és molt antiga i, tot i que es consideri que no s'haurà alterat gaire fins a dia d'avui, es creu convenient fer l'estudi de sensibilitat amb aquesta dada.

D'aquesta manera, a continuació, es proposa veure com afecta la variació de quilòmetres dels vehicles privats en cada un dels escenaris. Aquesta variació és de ± 1 quilòmetre partint de la base dels 6 quilòmetres per trajecte que l'Ajuntament de Barcelona ha facilitat com a dada. Els resultats més significatius es mostren a la taula 4.16, a continuació:

		5 km	6 km	7 km
Escenari de partida	Consum total diari [kWh]	1.201,32	1.232,90	1.264,49
	% Variació de sensibilitat	2,56%	---	2,56%
	% consum d'automoció a Barcelona	0,01%	0,01%	0,01%
Escenari 1	Consum total diari [kWh]	9.819,72	9.911,91	10.004,09
	% Variació de sensibilitat	0,93%	---	0,93%
	% consum d'automoció a Barcelona	0,09%	0,09%	0,09%
Escenari 2	Consum total diari [kWh]	180.805,80	182.304,71	183.803,62
	% Variació de sensibilitat	0,82%	---	0,82%
	% consum d'automoció a Barcelona	1,69%	1,70%	1,71%
Escenari 3	Consum total diari [kWh]	568.246,81	572.957,66	577.668,52
	% Variació de sensibilitat	0,82%	---	0,82%
	% consum d'automoció a Barcelona	5,11%	5,15%	5,19%
Escenari 4	Consum total diari [kWh]	1.394.787,6	1.406.350,6	1.417.913,6
	% Variació de sensibilitat	0,82%	---	0,82%
	% consum d'automoció a Barcelona	11,68%	11,76%	11,85%

Taula 4.16 Estudi de sensibilitat [Font: elaboració pròpia]

Pel que fa els estudis de sensibilitat, s'observa com a mesura que el percentatge VE augmenta, la variació entre el valor inicial i els valors de l'anàlisi de sensibilitat disminueix. De fet, a partir de l'escenari 2 es denota un valor estacionari de la variació entre els diferents valors, prenent un percentatge de variació del 0,82%, del qual es pot deduir que a partir d'escenaris hipotètics d'un futur més llunyà, el recorregut del VE privats no influenciarà en el

consum total d'energia. A més a més, i a conseqüència de la conclusió anterior, els valors del percentatge que representa dins del consum destinat a l'automoció no varien més de 0,09 punts en el cas de l'escenari 4. És a dir, que el cap i a la fi el paràmetre escollit s'accepta com a correcte i també totes les prediccions extrems a partir d'ell.

5. Opcions de subministrament d'energia

Seguint amb el punt anterior, i mitjançant les dades obtingudes tant en l'escenari de partida com en els diversos escenaris hipotètics d'un futur tant pròxim com més llunyà, el següent pas és plantejar tres opcions per tal d'aportar aquest augment d'energia en el consum. Aquestes tres alternatives són les següents:

- Intercanvi internacional d'energia
- Cotxe híbrid
- Instal·lació de plaques fotovoltaïques

Més endavant, es comenta amb exhaustivitat cada una d'elles, però amb la que se centra més l'atenció i té més pes dins d'aquest treball és l'opció de plaques FV, ja que com s'especifica en els objectius, una de les finalitats d'aquest treball és saber quina demanda energètica té cada barri de Barcelona i quanta superfície de coberta necessita per poder instal·lar tals dispositius i així generar energia FV.

5.1. Intercanvi internacional d'energia

La principal limitació de qualsevol model energètic és el límit físic dels recursos naturals, tant pel que fa a l'extracció de reserves de combustibles fòssils com a la capacitat del medi d'absorbir els residus i les emissions resultants del consum d'aquest combustibles. En primer lloc, Catalunya no disposa d'una producció pròpia significativa (tampoc a nivell espanyol) i per tant existeix una dependència exterior per cobrir aquestes necessitats energètiques. Cal apostar, i de fet es preveuen ampliacions de les interconnexions internacional i existents amb França, per una bona connexió de Catalunya amb el centre d'Europa (a través de França) i millorar la seguretat d'abastament.

Dins del mix energètic hi ha un percentatge relatiu a l'energia que s'extreu a partir de l'intercanvi internacional, ja sigui d'entrada al país (positiu) o de sortida a l'estranger (negatiu). Tot i que la seva aparició en el mix és variable durant al llarg del dia, a continuació es mostra la figura 5.1 que mostra un exemple del que pot arribar a representar:

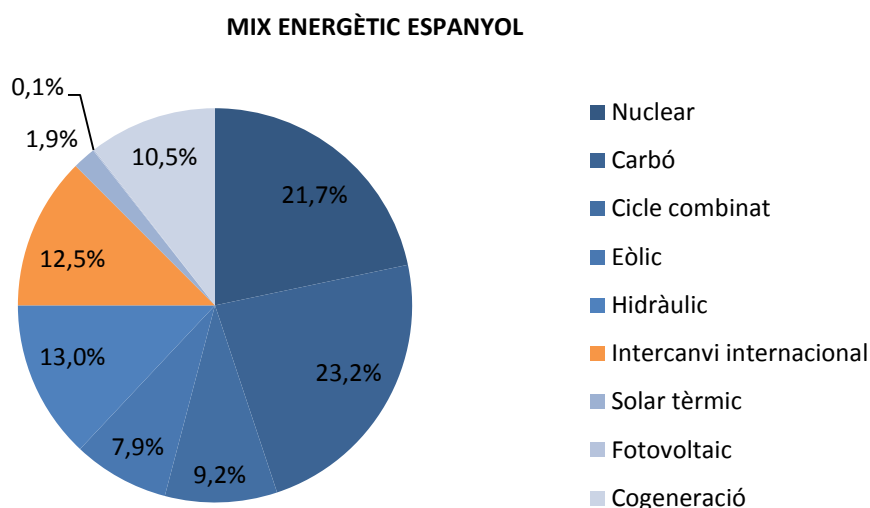


Figura 5.1 Mix energètic espanyol diaria [Font: REE]

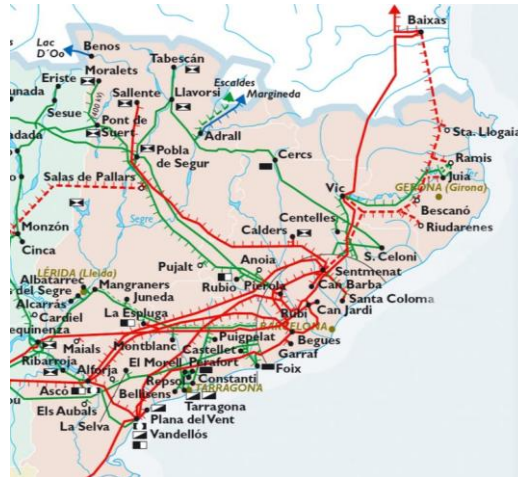
A continuació a la taula 5.1, es mostra l'intercanvi internacional anual segons cada frontera, tant les entrades, com les sortides i el recompte total:

[GWh]	PAÏS	2011	2012	2013	2014	2015	2016
ENTRADES	Andorra	0	0	0	0	0	0
	França	3.987	4.911	4.879	5.963	9.131	10.954
	Portugal	3.930	2.871	5.323	6.345	5.811	8.671
	Marroc	16	5	1	3	14	4
	Total	7.932	7.786	10.204	12.310	14.956	19.628
SORTIDES	Andorra	306	286	287	235	264	259
	França	2.463	3.028	3.171	2.395	1.807	4.098
	Portugal	6.744	10.768	8.100	7.247	8.077	3.805
	Marroc	4.510	4.904	5.377	5.839	4.941	4.742
	Total	14.023	18.986	16.936	15.716	15.089	12.904
RECOMPTE	Andorra	-306	-286	-287	-235	-264	-259
	França	1.524	1.883	1.708	3.567	7.324	6.856
	Portugal	-2.814	-7.897	-2.777	-903	-2.266	4.866
	Marroc	-4.495	-4.900	-5.376	-5.836	-4.927	-4.738
	Total	-6.090	-11.200	-6.732	-3.406	-133	6.724

Taula 5.1 Intercanvi internacional espanyol [Font: REE]

Les línies de connexió on es produeixen els intercanvis internacionals entre Catalunya i França són els de Vic – Baixas i el de Santa Llogaia – Baixas, aquest últim molt recent. Aquesta nova interconnexió elèctrica entre Catalunya, i per tant Espanya, i França és un projecte declarat d'interès europeu. Actualment, Espanya té un nivell d'interconnexió amb

Europa força allunyat de l'establir per la UE de cara el 2020: un mínim d'un 10% de capacitat de la producció instal·lada. Amb aquesta nova línia duplica la capacitat comercial de l'intercanvi, des de 1.400 MW fins a 2.800 MW, però tot i això encara és lluny del límit fixat per la UE. A la següent imatge surten indicades les dues línies a les quals s'ha fet referència.



Imatge 5.1 Mapa de Catalunya amb les línies de connexió [Font: REE]

5.2. Cotxe híbrid

Quan es planteja l'alternativa del cotxe híbrid es tracta dels vehicles híbrids elèctrics (VHE). Són cotxes que combinen sistemes de tracció elèctrica amb motors de combustió interna. Estan constituïts per dos o més sistemes d'emmagatzematge d'energia, on s'acumula en ells energia elèctrica o combustible líquid. A través del sistema de control del VHE es governen els diferents elements que formen part del sistema energètic del vehicle, intentant establir la millor combinació d'aquests elements per tal d'aconseguir una tracció el més eficient possible en tot moment, en funció de les condicions en que es troba el vehicle en cada moment.

Aquesta alternativa es planteja des d'un punt en el qual part de la flota incorporada de VE en els escenaris plantejats és substituïda per VHE. De fet, avui en dia el VHE té molta més sortida en el parc de vehicles, ja que és un cotxe molt competitiu amb les altres tecnologies. Amb l'aplicació d'aquesta alternativa s'aconseguiria disminuir el volum d'energia elèctrica que s'ha calculat en els diferents escenaris, i serà substituït per consum de gasolina o gasoil. D'aquesta manera, el sistema d'aportació de combustible seguirà sent el mateix que l'actual i no suposarà grans canvis d'infraestructura, ja que no s'haurà de reforçar i ampliar el

sistema de transport d'electricitat, ni tampoc s'haurà d'instal·lar el PdR de manera tants massiva per la ciutat.

5.3. Energia solar fotovoltaica

Aquesta alternativa se centra en la instal·lació de plaques fotovoltaiques a les cobertes dels edificis de cada un dels barris de la ciutat. Amb aquesta tecnologia s'aconsegueix generar electricitat d'una manera neta i sense emissions.

Com ja s'ha comentat, es focalitza molt més en aquesta opció ja que a partir dels resultats obtinguts en aquest apartat s'assoleix un dels objectius principals d'aquest projecte: valorar la capacitat de generar energia elèctrica fotovoltaica enfront a la demanda de VE per cada un dels barris de la ciutat catalana, sabent quin percentatge de superfície de cada barri s'ha de menester per produir tanta energia

Els passos per aquest punt final són simplement tres. Primer de tot cal fer varies simulacions a les diferents zones per saber les dades reals de cada ubicació. Un cop es tenen les simulacions toca fer els càlculs corresponents per saber quin és la quantia de superfície necessària per barri, i finalment comparar amb la taula A3.1, que es troba a l'annex 3, per fer la comparació entre els valors obtinguts i la superfície total en cada un dels barris.

Cal detallar, que tal i com s'ha especificat abans, la recàrrega es dur a terme durant la nit, unes hores on la producció d'energia solar és nul·la per raons òbvies. Per tant, en la instal·lació de plaques FV, s'hi inclou elements d'emmagatzematge per poder guardar l'energia generada durant les hores de producció i utilitzar aquesta energia a les hores de recarregar. Aquesta alternativa pot semblar inassolible des d'un punt de vista conservador, ja que avui en dia la instal·lació en cobertes de Barcelona és inexistent. Per tant quan es planteja aquesta alternativa, es considera que per part de certes institucions tant catalanes com barcelonines es duen a terme programes de subvencions i propagandístics i creen normatives adients de cara a aquesta tecnologia renovable.

5.3.1. Simulacions

En el món del desenvolupament de projectes de plaques fotovoltaiques el pas previ de fer simulacions a la ubicació on es vol dur a terme la instal·lació és imprescindible. Per aquest treball s'ha utilitzat una eina de la plataforma Solargis anomenada PVPlanner. Amb aquesta

eina s'obtenen dades precises de radiació solar i temperatura de la ubicació, a més a més realitza el càlcul automàtic de les pèrdues per ombrejat. És una plataforma molt senzilla d'utilitzar i que aporta les dades necessàries per aquest projecte.

Mitjançant PVPlanner, tant sols s'ha d'indicar la ubicació on es vol realitzar el projecte, la potència instal·lada en quilowatts pic de potència, i finalment les característiques dels mòduls. Aquestes característiques s'han mantingut constants en totes les simulacions per tenir resultats més homogenis i comparatius.

1. Descripción del emplazamiento

Nombre del sitio:	Barcelona, España
Coordenadas:	41° 22' 48.02" N, 02° 10' 5.42" E
Elevación:	23 m
Pendiente:	2°
Orientación:	124° sudeste

2. Descripción del sistema FV

Potencia instalada:	50.0 kWp
Tipo de módulos:	silicio cristalino (c-Si)
Estructura:	estructura fija, sobreelevada
Orient./Incl.:	180° (sur) / 36°
Efic. (Euro) inversor:	97.5%
Pérdidas DC/AC:	5.5% / 1.5%
Disponibilidad:	99.0%

Imatge 5.2 Informació inicial per PVPlanner [Font: Solargis]

S'han realitzat cinc simulacions en cada barri, o en algun cas amb l'adjunció de dos barris, amb valors de potència diferents, agafant valors des de 50 kWp fins a 500 kWp. A partir d'aquí, s'obté quanta energia es pot convertir en elèctrica, mitjançant la relació de kWh/kWp, que indica quanta energia elèctrica es pot generar a partir de la potència instal·lada, tal i com es mostra a la taula següent:

Mes	Es _m	Es _d	Et _m	E _{share}	PR
ene	100	3.23	5.0	6.6	83.9
feb	111	3.98	5.6	7.3	83.0
mar	141	4.54	7.0	9.2	81.4
abr	144	4.81	7.2	9.4	80.4
may	154	4.96	7.7	10.1	79.0
jun	153	5.11	7.7	10.0	77.7
jul	159	5.13	8.0	10.4	76.8
ago	148	4.76	7.4	9.7	76.7
sep	125	4.17	6.2	8.2	78.2
oct	111	3.58	5.6	7.3	80.1
nov	92	3.08	4.6	6.0	82.5
dic	90	2.90	4.5	5.9	84.1
año	1528	4.19	76.4	100.0	79.8

Es_m: Producció elèctrica específica mensual total [kWh/kWp]

Es_d: Producció elèctrica específica diària total [kWh/kWp]

Et_m: Producció elèctrica mensual total [MWh]

E_{share}: Percentatge mensual de producció elèctrica [%]

PR: Rendiment [%]

Taula 5.2 Producció elèctrica FV amb una potència de 50 kW a Ciutat Vella [Font: Solargis]

Les dades més rellevants de la simulació són les produccions elèctriques específiques diària total (Es_d) que serveix per poder relacionar la demanda i la producció.

A l'annex 4 es poden trobar totes les simulacions realitzades a la ciutat de Barcelona, de les

quals s'han agafat les dades per realitzar els càlculs en apartats posteriors.

5.3.2. Dades i Càlculs

En aquest apartat, primer de tot es presenten i es justifiquen les dades necessàries per poder fer els càlculs posterior.

5.3.2.1. Dades

El conjunt de dades que es necessiten són les que s'expliquen a continuació:

- Les dades proveïdes per l'Ajuntament de Barcelona permeten saber quin és el total de metres quadrats de coberta que disposa cada barri i districte. Primer de tot es mostra la figura amb la mitjana de l'àrea de cada districte per tenir una primera imatge de cada districte, s'observa com el districte de Sants – Montjuïc té una mitjana de superfície molt superior a les altres, quasi fins a cinc vegades més respecte a Ciutat Vella, Eixample, Gràcia i Sant Andreu.

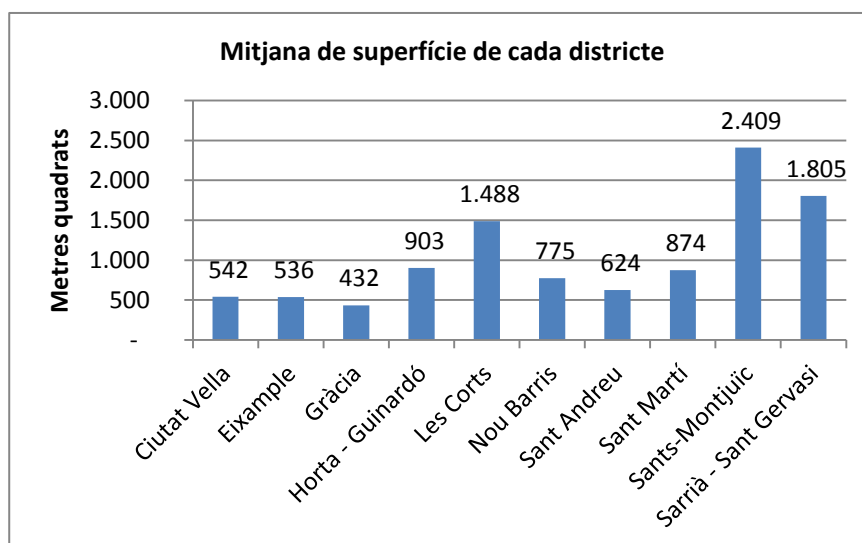


Figura 5.2 Mitjana de superfície de coberta per districte

[Font: Departament d'Estadística – Ajuntament de Barcelona]

Les dades del nombre de metres quadrats de cada barri es troba a l'annex 3, però a la següent taula es mostra la suma total de superfície de cada districte amb els barris corresponents.

Districte	Suma de Àrea [m²]
Ciutat Vella	3.221.400
Eixample	4.786.984
Gràcia	3.232.256
Horta - Guinardó	10.011.138
Les Corts	4.414.234
Nou Barris	6.309.895
Sant Andreu	4.779.642
Sant Martí	6.795.619
Sants-Montjuïc	19.104.514
Sarrià - Sant Gervasi	17.887.749
Total general	80.543.431

Taula 5.3 Suma d'àrees totals de cada districte

[Font: Departament d'Estadística – Ajuntament de Barcelona]

S'observa com els barris de Sants-Monjuïc i Sarrià-Sant Gervasi dominen en quant a superfície sobre la resta, sent el primer d'aquests una quarta part del total. Caldria afegir 4.584.578 m² de percal·lari que no correspon a cap barri però no es té en compte.

- Producció elèctrica específica diària total en cada un dels barris [kWh/kWp], expressada com Es_d ; aquesta dada s'extreu de les simulacions fetes amb l'eina de Solargis. A continuació es mostra la dada corresponent a cada barri, però la dada que es mostra no és la mitjana diària anual, sinó la mitjana diària mensual mínima. D'aquesta manera es vol garantir cobrir la demanda en qualsevol mes de l'any, per tant se centra en la producció elèctrica específica diària del mes de desembre:

	[kWh/kWp]		[kWh/kWp]
El Raval	2,9	La Teixonera	2,58
El Barri Gòtic	2,9	Sant Genís dels Agudells	2,58
La Barceloneta	2,85	Montbau	2,81
Sant Pere, Santa Caterina i la Ribera	2,91	La Vall d'Hebron	2,81
El Fort Pienc	2,9	La Clota	2,75
La Sagrada Família	2,91	Horta	2,86
La Dreta de l'Eixample	2,91	Vilapicina i la Torre Llobeta	2,86
l'Antiga Esquerra de l'Eixample	2,91	Porta	2,86

La Nova Esquerra de l'Eixample	2,91	El Turó de la Peira	2,86
Sant Antoni	2,9	Can peguera	2,88
El Poble Sec - AEI Parc Montjuïc	2,82	La Guineueta	2,88
La Marina del Prat Vermell - AEI Zona Franca	2,91	Canyelles	2,88
La Marina de Port	2,93	Les Roquetes	2,89
La Font de la Guatlla	2,93	Verdun	2,85
Hostafrancs	2,93	La Prosperitat	2,9
La Bordeta	2,93	La Trinitat Nova	2,9
Sants - Badal	2,95	Torre baró	2,63
Sants	2,95	Ciutat meridiana	2,84
Les Corts	2,92	Vallbona	2,81
La Maternitat i Sant Ramon	2,79	La Trinitat Vella	2,9
Pedralbes	2,9	Baró de Viver	2,93
Vallvidrera, el Tibidabo i les Planes	2,25	El Bon Pastor	2,93
Sarrià	2,89	Sant Andreu	2,9
Les Tres Torres	2,89	La Sagrera	2,9
Sant Gervasi - La Bonanova	2,25	El Congrés i els Indians	2,9
Sant Gervasi - Galvany	2,9	Navas	2,9
El Putxet i el Farró	2,84	El Camp de l'Arpa del Clot	2,9
Vallcarca i els Penitents	2,85	El Clot	2,9
El Coll	2,85	El Parc i la Llacuna del Poblenou	2,87
La Salut	2,88	La Vila Olímpica del Poblenou	2,87
La Vila de Gràcia	2,87	El Poblenou	2,87
El Camp d'en Grassot i Gràcia Nova	2,89	Diagonal Mar i el Front Marítim del Poblenou	2,91
El Baix Guinardó	2,85	El Besòs i el Maresme	2,91
Can baró	2,57	Provençals del Poblenou	2,87
El Guinardó	2,85	Sant Martí de Provençals	2,94
La Font d'en Fargues	2,57	La Verneda i la Pau	2,94
El Carmel	2,75		

Taula 5.4 kWh de producció diaris per cada kW instal·lat de cada barri [Font: Solargis]

La diversitat de valors entre tots els barris no varia gaire, amb una mitjana de 2,84 kWh/kWp diaris de tota la ciutat de Barcelona..

- La demanda diària de cada barri expressada en [MWh]. Aquestes dades són les calculades anteriorment i es troben a l'annex 2 a la taula A2.2, per cada un dels escenaris hipotètics plantejats i especificades per cada barri. S'expressa amb la variable D_{barri} .

- La superfície de la placa fotovoltaica, S_{placa} . En el cas d'aquest estudi les mides de les plaques són sempre les mateixes, 1956x992x40mm. És a dir que la superfície de la placa té un valor de $S_{placa}=1,94m^2$.
- La potència de la placa, P_{placa} . Els valors de potència més habituals per plaques FV destinades a usos similars a l'ús que se'ls vol implementar en aquest treball és de 320 o 325 Wp. En aquest cas el valor de la potència és $P_{placa}=325 W$.

A partir d'aquest punt ja es poden realitzar els càlculs corresponents

5.3.2.2. Càlculs

El procediment de càlculs que s'ha dut a terme són explicats a continuació:

1. Primer de tot es necessita la constant que relaciona la potència instal·lada amb la superfície, P_e :

$$P_e = \frac{S_{placa}}{P_{placa}} \quad [Eq.1]$$

$$P_e = 167,53 W_p/m^2$$

2. El següent pas és saber quanta potència instal·lada requereix cada un dels barris, és a dir la demanda de potència instal·lada P_d . Per trobar aquest valor es fa el quocient entre la demanda d'energia diària de cada barri (calculada anteriorment) i la producció elèctrica específica diària total en cada un dels barris:

$$P_d = \frac{D_{barri}}{ES_d} \times 1.000 \quad [Eq.2]$$

A l'equació 2, el factor multiplicador 1.000 és per quadrar unitats i d'aquesta manera P_d es pot expressar en kWp.

3. Un cop s'obté P_d i P_e , fent el quocient d'aquests dos elements es troba la superfície de demanda S_d expressada en metres quadrats.

$$S_d = \frac{P_d}{P_e} \times 1.000 \quad [Eq.3]$$

A l'equació 3, el factor multiplicador 1.000 és per quadrar unitats i d'aquesta manera S_d es pot expressar en m^2 .

4. Com a últim pas ja es pot calcular quin percentatge suposa la superfície necessària dins del global de la superfície barcelonina, i de cada barri, fent un quocient entre aquests dos valors:

$$\% = \frac{S_d}{S_{Total}} \times 100 \quad [\text{Eq.4}]$$

Finalment, s'han obtingut els valors que més caracteritzen tant la ciutat com els seus barris: la superfície necessària i el percentatge que representa respecte el total. A continuació es mostra primer la taula indicant quanta superfície requereixen i a consecució la taula que mostra cada un dels barris quina superfície requereix:

	S_d [m ²]				
	Escenari de partida	Escenari 1	Escenari 2	Escenari 3	Escenari 4
El Raval	28,5	228,35	4.319,92	13.199,75	32.399,39
El Barri Gòtic	28,39	227,49	4.303,65	13.150,05	32.277,40
La Barceloneta	16,63	133,27	2.521,29	7.703,94	18.909,68
Sant Pere, Santa Caterina i la Ribera	20,00	160,23	3.031,25	9.262,15	22.734,36
El Fort Pienc	48,76	390,67	7.390,76	22.582,88	55.430,72
La Sagrada Família	71,21	570,55	10.793,75	32.980,92	80.953,16
La Dreta de l'Eixample	88,84	711,79	13.465,68	41.145,14	100.992,62
l'Antiga Esquerra de l'Eixample	69,52	556,99	10.537,10	32.196,69	79.028,23
La Nova Esquerra de l'Eixample	96,70	774,77	14.657,11	44.785,61	109.928,32
Sant Antoni	51,79	414,93	7.849,59	23.984,87	58.871,95
El Poble Sec - AEI Parc Montjuïc	44,07	353,05	6.679,04	20.408,17	50.092,79
La Marina del Prat Vermell - AEI Zona Franca	16,84	134,88	2.551,71	7.796,88	19.137,79
La Marina de Port	47,67	381,92	7.225,20	22.077,00	54.189,01
La Font de la Guatlla	23,60	189,06	3.576,71	10.928,85	26.825,35
Hostafrancs	21,32	170,84	3.231,92	9.875,31	24.239,41
La Bordeta	50,22	402,38	7.612,25	23.259,66	57.091,90
Sants - Badal	33,81	270,86	5.124,16	15.657,14	38.431,17
Sants	54,78	438,92	8.303,52	25.371,86	62.276,39
Les Corts	93,83	751,77	14.221,90	43.455,81	106.664,26
La Maternitat i Sant Ramon	46,39	371,63	7.030,53	21.482,17	52.728,96
Pedralbes	43,81	351,02	6.640,50	20.290,43	49.803,78
Vallvidrera, el Tibidabo i les Planes	11,24	90,09	1.704,26	5.207,47	12.781,96

Sarrià	48,32	387,17	7.324,52	22.380,49	54.933,93
Les Tres Torres	45,11	361,40	6.836,90	20.890,54	51.276,77
Sant Gervasi - La Bonanova	67,20	538,40	10.185,39	31.122,02	76.390,41
Sant Gervasi - Galvany	114,15	914,58	17.302,04	52.867,35	129.765,32
El Putxet i el Farró	53,09	425,34	8.046,57	24.586,75	60.349,29
Vallcarca i els Penitents	26,68	213,73	4.043,31	12.354,55	30.324,79
El Coll	10,40	83,33	1.576,50	4.817,07	11.823,72
La Salut	22,06	176,76	3.343,99	10.217,75	25.079,94
La Vila de Gràcia	62,04	497,06	9.403,33	28.732,41	70.525,00
El Camp d'en Grassot i Gràcia Nova	52,19	418,12	7.910,08	24.169,68	59.325,59
El Baix Guinardó	37,68	301,87	5.710,83	17.449,77	42.831,25
Can baró	15,26	122,25	2.312,65	7.066,44	17.344,89
El Guinardó	54,04	433,00	8.191,44	25.029,39	61.435,77
La Font d'en Fargues	20,35	163,04	3.084,30	9.424,25	23.132,25
El Carmel	45,57	365,06	6.906,23	21.102,36	51.796,70
La Teixonera	19,35	155,03	2.932,94	8.961,75	21.997,02
Sant Genís dels Agudells	14,38	115,25	2.180,28	6.661,95	16.352,07
Montbau	8,03	64,37	1.217,74	3.720,87	9.133,04
La Vall d'Hebron	10,03	80,34	1.519,90	4.644,14	11.399,25
La Clota	0,73	5,82	110,07	336,31	825,49
Horta	41,65	333,69	6.312,80	19.289,11	47.345,99
Vilapicina i la Torre Llobeta	36,65	293,66	5.555,48	16.975,09	41.666,12
Porta	35,18	281,82	5.331,45	16.290,54	39.985,87
El Turó de la Peira	16,60	133,03	2.516,60	7.689,61	18.874,49
Can Peguera	2,85	22,87	432,67	1.322,05	3.245,04
La Guineueta	23,70	189,89	3.592,40	10.976,78	26.943,02
Canyelles	13,20	105,77	2.000,94	6.113,97	15.007,01
Les Roquetes	21,15	169,46	3.205,92	9.795,88	24.044,43
Verdun	16,31	130,69	2.472,33	7.554,33	18.542,45
La Prosperitat	38,01	304,55	5.761,47	17.604,50	43.211,05
La Trinitat Nova	8,72	69,86	1.321,59	4.038,20	9.911,96
Torre baró	4,23	33,89	641,20	1.959,22	4.809,00
Ciutat Meridiana	13,46	107,81	2.039,50	6.231,80	15.296,24
Vallbona	1,97	15,75	297,96	910,45	2.234,74
La Trinitat Vella	12,78	102,39	1.936,98	5.918,56	14.527,37
Baró de Viver	2,91	23,33	441,39	1.348,68	3.310,40
El Bon Pastor	22,79	182,58	3.453,96	10.553,76	25.904,67
Sant Andreu	88,45	708,66	13.406,39	40.963,97	100.547,92
La Sagrera	42,98	344,32	6.513,77	19.903,17	48.853,24
El Congrés i els Indians	18,24	146,17	2.765,18	8.449,17	20.738,87
Navas	33,51	268,44	5.078,31	15.517,06	38.087,33

El Camp de l'Arpa del Clot	53,63	429,69	8.128,82	24.838,07	60.966,16
El Clot	38,98	312,32	5.908,54	18.053,88	44.314,08
El Parc i la Llacuna del Poblenou	30,24	242,25	4.582,85	14.003,15	34.371,37
La Vila Olímpica del Poblenou	18,01	144,26	2.729,03	8.338,70	20.467,71
El Poblenou	46,79	374,88	7.092,05	21.670,15	53.190,37
Diagonal Mar i el Front Marítim del Poblenou	18,60	149,06	2.819,84	8.616,19	21.148,83
El Besòs i el Maresme	28,17	225,67	4.269,28	13.045,01	32.019,58
Provençals del Poblenou	32,55	260,82	4.934,16	15.076,61	37.006,24
Sant Martí de Provençals	39,28	314,72	5.953,84	18.192,28	44.653,78
La Verneda i la Pau	44,48	356,38	6.742,02	20.600,62	50.565,16

Taula 5.5 Taula de resultats de la superfície necessària de coberta en cada barri

[Font: elaboració pròpia]

	Percentatge necessari de superfície respecte la total [%]				
	Escenari de partida	Escenari 1	Escenari 2	Escenari 3	Escenari 4
El Raval	0,004%	0,03%	0,6%	1,7%	4,3%
El Barri Gòtic	0,005%	0,04%	0,8%	2,4%	5,9%
La Barceloneta	0,002%	0,02%	0,3%	0,9%	2,1%
Sant Pere, Santa Caterina i la Ribera	0,002%	0,02%	0,4%	1,1%	2,7%
El Fort Pienc	0,008%	0,07%	1,2%	3,8%	9,4%
La Sagrada Família	0,010%	0,08%	1,6%	4,8%	11,8%
La Dreta de l'Eixample	0,007%	0,05%	1,0%	3,1%	7,7%
l'Antiga Esquerra de l'Eixample	0,009%	0,07%	1,3%	3,9%	9,7%
La Nova Esquerra de l'Eixample	0,011%	0,09%	1,6%	5,0%	12,3%
Sant Antoni	0,011%	0,08%	1,6%	4,9%	12,0%
El Poble Sec - AEI Parc Montjuïc	0,001%	0,01%	0,2%	0,5%	1,3%
La Marina del Prat Vermell - AEI Zona Franca	0,000%	0,00%	0,0%	0,1%	0,2%
La Marina de Port	0,005%	0,04%	0,8%	2,5%	6,1%
La Font de la Guatlla	0,011%	0,09%	1,7%	5,3%	12,9%
Hostafrancs	0,008%	0,06%	1,2%	3,6%	8,7%
La Bordeta	0,012%	0,09%	1,8%	5,4%	13,4%
Sants - Badal	0,012%	0,09%	1,8%	5,4%	13,2%
Sants	0,007%	0,05%	1,0%	3,2%	7,7%
Les Corts	0,011%	0,09%	1,6%	5,0%	12,3%
La Maternitat i Sant Ramon	0,003%	0,03%	0,5%	1,5%	3,7%

Pedralbes	0,002%	0,02%	0,3%	1,0%	2,5%
Vallvidrera, el Tibidabo i les Planes	0,000%	0,00%	0,0%	0,0%	0,1%
Sarrià	0,002%	0,02%	0,3%	0,9%	2,1%
Les Tres Torres	0,008%	0,06%	1,2%	3,6%	8,7%
Sant Gervasi - La Bonanova	0,004%	0,03%	0,6%	1,8%	4,5%
Sant Gervasi - Galvany	0,010%	0,08%	1,5%	4,5%	11,0%
El Putxet i el Farró	0,008%	0,06%	1,2%	3,7%	9,0%
Vallcarca i els Penitents	0,003%	0,02%	0,5%	1,4%	3,5%
El Coll	0,004%	0,03%	0,6%	1,7%	4,3%
La Salut	0,006%	0,05%	0,9%	2,7%	6,6%
La Vila de Gràcia	0,006%	0,05%	0,9%	2,8%	6,9%
El Camp d'en Grassot i Gràcia Nova	0,012%	0,09%	1,8%	5,5%	13,5%
El Baix Guinardó	0,010%	0,08%	1,5%	4,6%	11,3%
Can baró	0,005%	0,04%	0,8%	2,5%	6,2%
El Guinardó	0,006%	0,05%	0,9%	2,9%	7,1%
La Font d'en Fargues	0,004%	0,03%	0,6%	1,9%	4,7%
El Carmel	0,006%	0,05%	0,9%	2,8%	7,0%
La Teixonera	0,008%	0,07%	1,2%	3,8%	9,3%
Sant Genís dels Agudells	0,001%	0,01%	0,2%	0,5%	1,1%
Montbau	0,001%	0,01%	0,1%	0,3%	0,8%
La Vall d'Hebron	0,002%	0,02%	0,3%	0,9%	2,2%
La Clota	0,001%	0,00%	0,1%	0,2%	0,6%
Horta	0,002%	0,02%	0,3%	1,0%	2,3%
Vilapicina i la Torre Llobeta	0,010%	0,08%	1,5%	4,5%	10,9%
Porta	0,006%	0,05%	0,9%	2,8%	6,9%
El Turó de la Peira	0,008%	0,07%	1,3%	3,9%	9,6%
Can Peguera	0,005%	0,04%	0,7%	2,1%	5,2%
La Guineueta	0,006%	0,05%	0,9%	2,7%	6,5%
Canyelles	0,002%	0,02%	0,3%	0,9%	2,2%
Les Roquetes	0,005%	0,04%	0,8%	2,5%	6,1%
Verdun	0,010%	0,08%	1,5%	4,7%	11,5%
La Prosperitat	0,010%	0,08%	1,5%	4,7%	11,5%
La Trinitat Nova	0,002%	0,02%	0,3%	1,1%	2,6%
Torre baró	0,000%	0,00%	0,1%	0,2%	0,5%
Ciutat Meridiana	0,004%	0,04%	0,7%	2,1%	5,1%
Vallbona	0,000%	0,00%	0,1%	0,2%	0,5%
La Trinitat Vella	0,002%	0,02%	0,4%	1,1%	2,6%
Baró de Viver	0,003%	0,02%	0,4%	1,2%	3,0%
El Bon Pastor	0,002%	0,01%	0,3%	0,8%	2,0%
Sant Andreu	0,008%	0,06%	1,1%	3,5%	8,6%
La Sagrera	0,006%	0,05%	0,9%	2,9%	7,0%
El Congrés i els Indians	0,007%	0,05%	1,0%	3,2%	7,8%

Navas	0,013%	0,10%	2,0%	6,0%	14,8%
El Camp de l'Arpa del Clot	0,011%	0,09%	1,7%	5,1%	12,4%
El Clot	0,009%	0,07%	1,4%	4,3%	10,5%
El Parc i la Llacuna del Poblenou	0,004%	0,03%	0,6%	1,9%	4,7%
La Vila Olímpica del Poblenou	0,003%	0,02%	0,5%	1,4%	3,4%
El Poblenou	0,005%	0,04%	0,7%	2,1%	5,3%
Diagonal Mar i el Front Marítim del Poblenou	0,002%	0,02%	0,4%	1,1%	2,8%
El Besòs i el Maresme	0,004%	0,03%	0,5%	1,7%	4,1%
Provençals del Poblenou	0,005%	0,04%	0,7%	2,2%	5,3%
Sant Martí de Provençals	0,009%	0,07%	1,4%	4,2%	10,2%
La Verneda i la Pau	0,006%	0,05%	1,0%	3,0%	7,3%

Taula 5.6 Taula de resultats del percentatge necessari de coberta en cada barri

[Font: elaboració pròpia]

5.3.3. Valoració

A partir de les dades de les taules, es pot observar una àmplia gamma de resultats. Com és ben lògic a mesura que els escenaris són situats en anys més llunyans, els percentatges van augmentant. Tot i això, hi ha barris que tot i la hipòtesis de implementació del VE el percentatge de superfície de coberta que necessiten és mínima, com el cas del barri de Vallvidrera, el Tibidabo i les Planes que a l'escenari 4 té un percentatge de tant sols 0,01%, això pot ser a causa de varies coses:

- És un barri amb una àmplia superfície de coberta. En el cas de Vallvidrera, el Tibidabo i les Planes abasta una superfície de 11.003.160 m², per tant es pot suposar que és aquesta la causa.
- És un barri amb una baixa presència de vehicles respecte la superfície de coberta del barri.
- Té una alta producció elèctrica específica diària total, tot i que aquesta opció és menys important..

Amb la representació del següent gràfic, es pot observar quin és el comportament general dels barris. S'hi mostra la freqüència dels percentatges dels resultats finals calculats anteriorment. Es pot deduir que no hi ha cap tipus de tendència, tot i que alguns valors tenen més presència, està molt repartit al llarg de l'interval de percentatges.

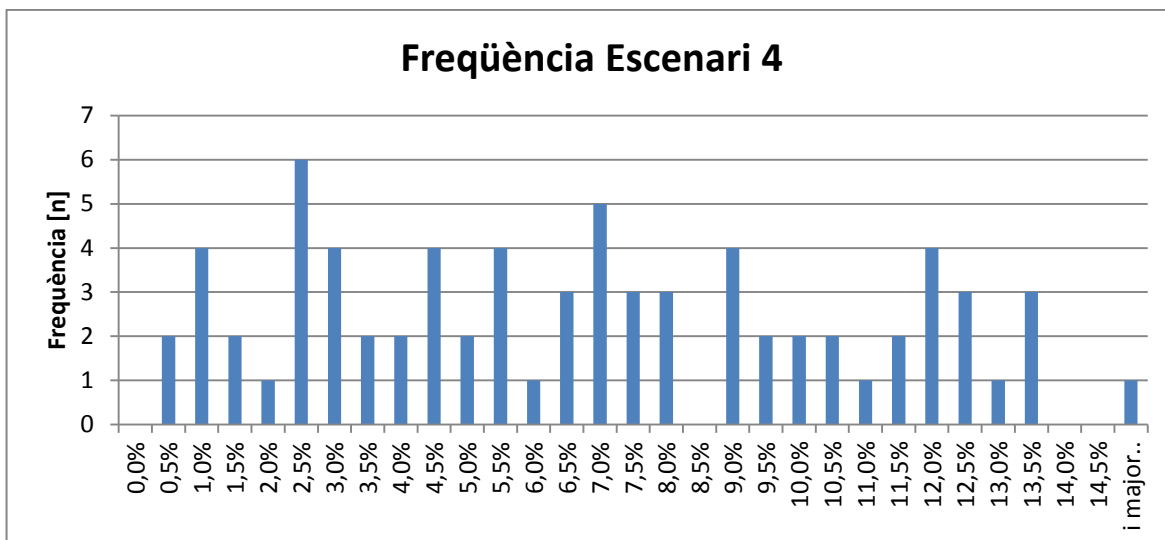
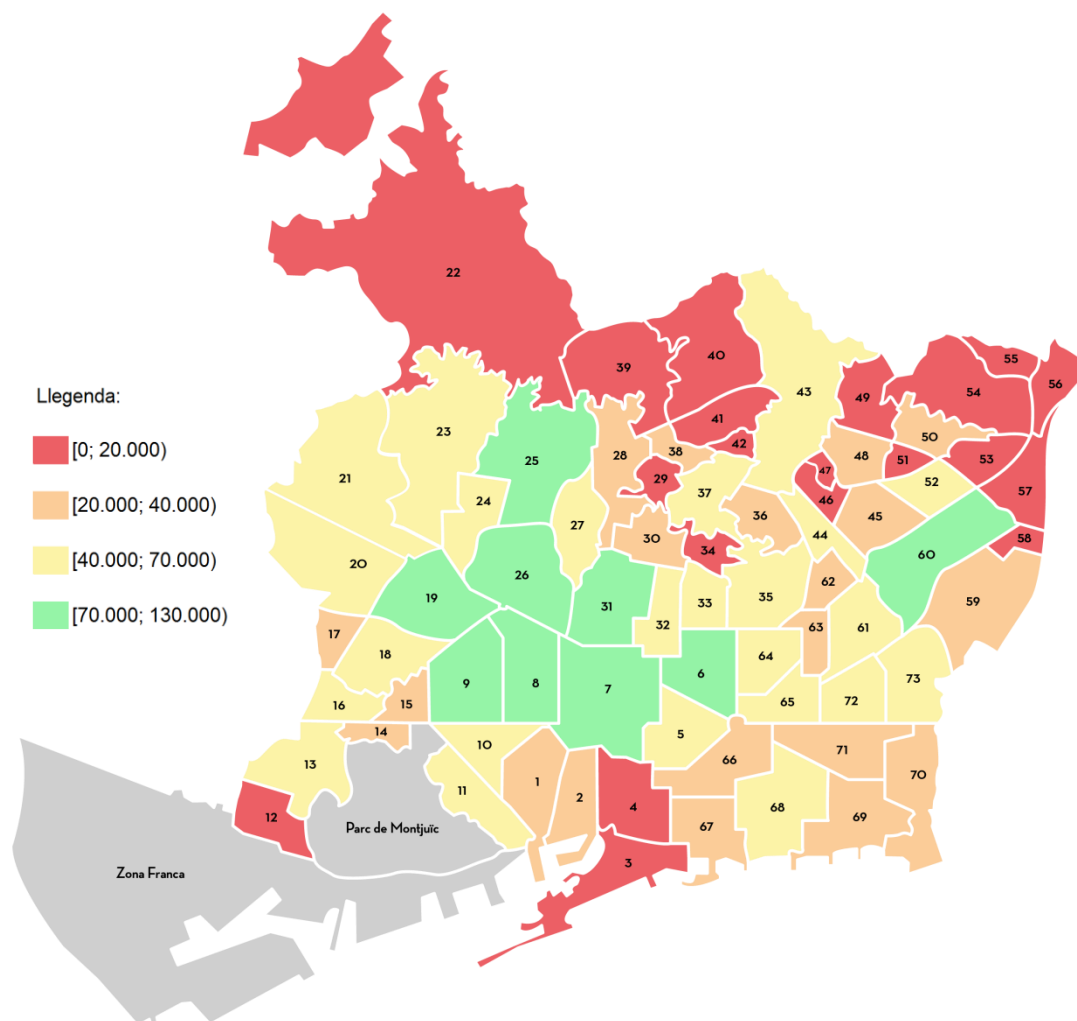


Figura 5.3 Freqüència de percentatges de l'escenari 4 [Font: elaboració pròpia]

S'ha elaborat dos mapes indicatius, per tal de saber quins són aquells barris que requereixen més superfície i quins són el que necessiten per percentatge de superfície de coberta. S'han valorat més positivament aquells que tenen un percentatge més elevat i més metres quadrats. D'aquesta manera es pot observar com està distribuïda la ciutat de Barcelona a la següent imatge:

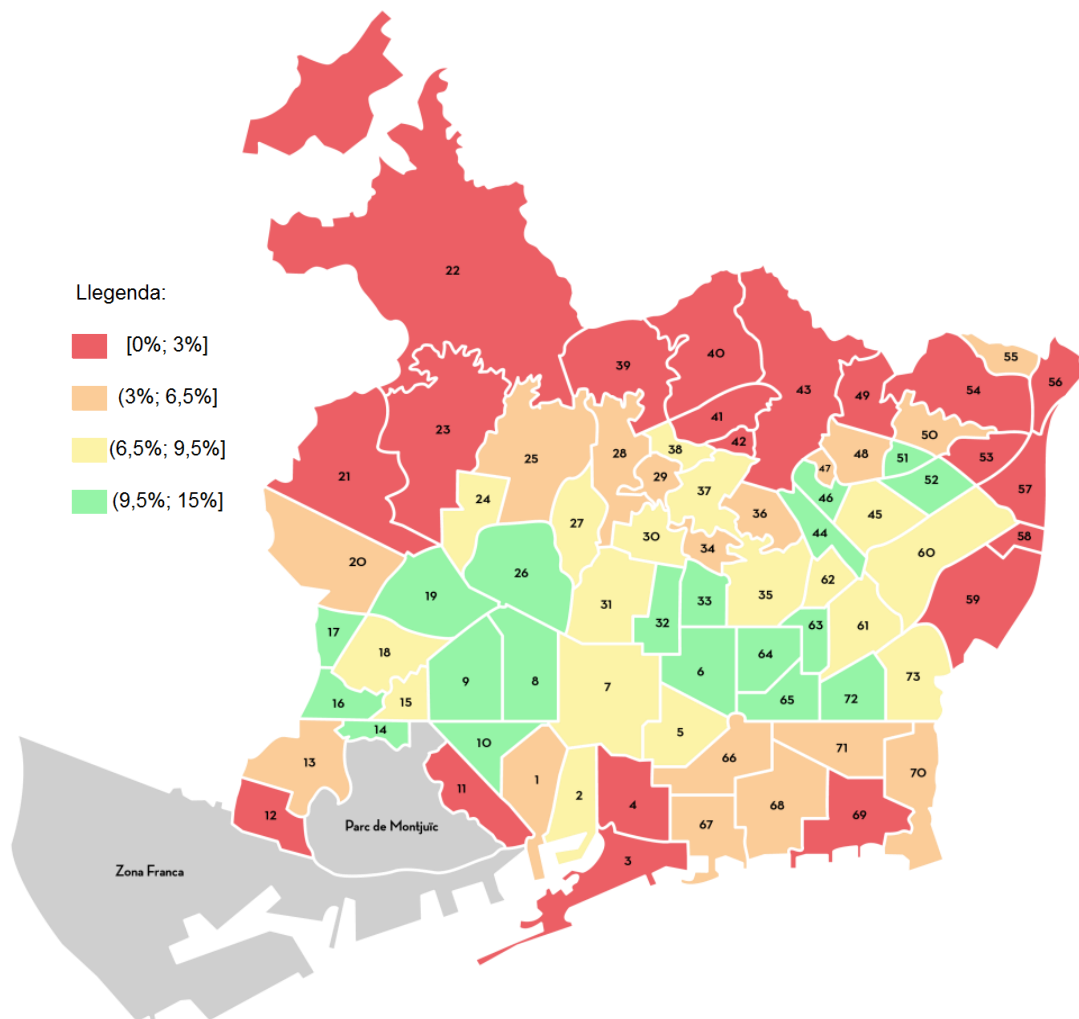


Imatge 5.3 Representació de la superfície de coberta necessària en cada barri

[Font: Elaboració pròpia]

A simple vista, s'observa a la imatge 5.3 quins són els barris que requereixen més superfície de coberta per suplir l'energia elèctrica pels VE. Es podrien identificar com els barris més centrals de la ciutat els que estan al capdavant, seguit pels barris del voltant d'aquests. Els barris més allunyats del centre, i sobretot els de la zona més muntanyosa, que es troben al peu o a la mateixa Collserola, són els que requereixen de menys superfície. Això pot ésser a causa o bé de la poca flota de turismes del barri o per un nivell d'irradiància elevat.

A la següent imatge es mostra quin percentatge de superfície es requereix en cada barri respecte el seu total:



Imatge 5.4 Nivell de percentatges de superfície de coberta necessari en cada barri

[Font: Elaboració pròpia]

Amb el mapa, es pot destacar aquells barris que estan destacats amb el color verd, és a dir els que tenen un percentatge de superfície de demanda més elevat. És el cas de Navas, Camp d'en Grassot i Gràcia Nova, La Bordeta i Sants – Badal, barris amb un percentatge major de 13% a l'escenari 4. Barris amb una gran presència de turismes, que per tant en un escenari com el plantejat on la presència de VE és d'una tercera part de tot el parc mòbil de turismes.

També es pot veure quin comportament tenen els districtes amb aquesta implementació. La part nord dels districtes de Sàrria – Sant Gervasi, Horta i Nou Barris requereixen un percentatge baix de la seva superfície de coberta, tot el contrari que la majoria de barris de l'Eixample i Sants, que tenen una sol·licitud més elevada de la seva àrea.

6. IMPACTE AMBIENTAL

El sector del transport és responsable d'un percentatge elevat del consum d'energia, que ens fa ser dependents de productes petrolífers que són importats. Els turismes comportaven l'any 2008 un 51,1% de les emissions totals, que tot i ser els vehicles que específicament menys emetien per distància recorreguda, eren els que feien un major nombre de quilòmetres en el conjunt del municipi. Un turisme, el qual el seu combustible és gasolina, emet 220.000 grams de gasos d'efecte hivernacle (GEH) anualment; i per altra banda si el combustible és gasoil, l'emissió augmenta fins a 325.000 grams de GEH anualment.

Des d'una perspectiva mediambiental, és ben clar que una implantació del VE ajudaria a reduir tant en les emissions dels GEH com en la contaminació local tant atmosfèrica com sonora de Barcelona.

Per estimar la contaminació que produeix qualsevol vehicle s'han de comptabilitzar sumant les emissions directes, és a dir aquelles produïdes en el propi motor del vehicle, i les emissions indirectes, que són les emissions produïdes en sistemes externs al vehicles però fonamentals per proporcionar l'energia per funcionar. Tot i que el VE no produeix emissions contaminants durant el seu funcionament, la generació d'energia elèctrica necessària per moure el VE pot emetre contaminació.

L'any 2015, el factor d'emissió d'energia elèctrica general a tot l'estat espanyol va ser de 0,33 kgCO₂/kWh final. Com que el VE no té emissions directes, les seves emissions totals seran només les indirectes. Partint del seu consum estipulat anteriorment de 18,8kWh/100km, les seves emissions seran de 6,204 kgCO₂/100km, és a dir 62,04 gCO₂/km.

Convé comparar la xifra obtinguda anteriorment amb les dades de contaminació de vehicles de motor dièsel. Per fer la comparació s'han escollit els cotxes més venuts a l'Estat espanyol durant el 2015:

- Citroën C4: 95 gCO₂/km
- Seat León: 102 gCO₂/km
- Seat Ibiza: 100 gCO₂/km

- Volkswagen Golf: 99 gCO₂/km

S'observa com el mínim d'aquestes xifres ja és un valor de més del 50% del valor d'emissió del VE. Tot i que són cotxes amb unes emissions força baixes per ser motors de combustió, ja que es poden trobar valors fins a 130 gCO₂/km.

Per tant, amb el VE substituint el vehicle de combustió es redueix les emissions i així s'aconsegueix una ciutat més neta sense contaminació directa.

A més a més, si se centra l'atenció amb l'opció 3 de subministrament d'energia a partir de plaques fotovoltaïques, aquest grau d'emissió encara s'aconsegueix reduir d'una manera molt significant, ja que és una tecnologia que produeix energia de manera totalment neta i sense emissions. És a dir que s'aconseguiria unes emissions totals de 0 gCO₂/km.

7. PLANIFICACIÓ

En aquest apartat s'exposa la planificació que s'ha seguit fins l'entrega del projecte en format de diagrama de Gant setmana a setmana, on la primera setmana correspon amb l'inici del projecte el 26 de setembre:

		19/09/16 – 25/09/16	26/09/16 – 2/10/16	3/10/16 – 9/10/16	10/10/16 – 16/10/16	17/10/16 – 23/10/16	24/10/16 – 30/10/16	31/10/16 – 6/11/16	7/11/16 – 13/11/16	14/11/16 – 20/11/16	21/11/16 – 27/11/16	28/11/16 – 5/12/16	5/12/16 – 11/12/16	12/12/16 – 18/12/16	19/12/16 – 25/12/16	26/12/16 – 1/01/17	2/01/17 – 8/01/17	9/01/17 – 15/01/17	16/01/17 – 18/01/17
I	PREVIST																		
	REAL																		
II	PREVIST																		
	REAL																		
III	PREVIST																		
	REAL																		
IV	PREVIST																		
	REAL																		
V	PREVIST																		
	REAL																		
VI	PREVIST																		
	REAL																		
VII	PREVIST																		
	REAL																		
VIII	PREVIST																		
	REAL																		
IX	PREVIST																		
	REAL																		
X	PREVIST																		
	REAL																		
XI	PREVIST																		
	REAL																		

On la llegenda és la següent:

- I- Definir el projecte amb el tutor
- II- Fer recerca inicial bàsica
- III- Recerca exhaustiva dels estats de l'art
- IV- Recerca de les dades dels turismes a Barcelona
- V- Elaboració del consum a cada barri
- VI- Plantejament d'alternatives
- VII- Obtenció de les dades de fotovoltàica
- VIII- Elaboració dels resultats finals
- IX- Revisió dels resultats finals amb el tutor
- X- Revisió final
- XI- Redacció de la memòria

	PLANEJAT
	COMPLETAT
	EN PROGRÉS
	RETARDAT

8. PRESSUPOST

Per tal de determinar el cost total del projecte, cal especificar les activitats principals que s'han anat realitzant al llarg d'aquest projecte i el nombre d'hores que s'han requerit en cada una d'elles. A la taula 8.1, es mostra el llistat d'activitats i les hores destinades:

Activitat desenvolupada	Hores útils [h]
Investigació bàsica sobre el projecte	15
Formació sobre el VE	15
Formació sobre la situació energètica de Barcelona	20
Formació sobre l'energia fotovoltaica	10
Recerca de dades del VE a Barcelona	75
Anàlisi de dades de VE	105
Primeres conclusions sobre el VE	15
Recerca sobre les opcions d'aportació d'energia	50
Recerca de dades fotovoltaiques a Barcelona	80
Anàlisi de dades fotovoltaiques a Barcelona	65
Elaboració del projecte	175
Suma total d'hores	625

Taula 8.1 Pressupost del projecte [Font: Elaboració pròpia]

El sou analista de sistemes energètics és aproximadament de 2.200 € mensuals bruts. Considerant les hores treballades, un total de 625, es pot considerar com a 4 mesos sencers amb una jornada laboral de 8 hores. Per tant la feina realitzada com a enginyer, es comptabilitza amb un cost total per a una empresa de 8.800 euros per aquest projecte.

9. CONCLUSIONS

El supòsit inicial en el desenvolupament de la recerca era que el factor limitant per a la implantació de VE seria la disponibilitat del recurs fotovoltaic, els números han evidenciat que les condicions reals eren totalment diferents. Potser el condicionant més fort d'aquest canvi de perspectiva ha sigut el valor de desplaçament mig en l'entorn urbà de Barcelona.

Aquest estudi suposa una eina per comprendre com es podria materialitzar el canvi de sistema de mobilitat a la ciutat de Barcelona, substituint part de la flota del vehicle de combustió interna al VE en diferents escenaris hipotètics. En aquest sentit, s'ha quantificat l'energia que suposaria aquesta substitució de tipus de vehicle i s'ha plantejat tres opcions per aportar aquesta nova energia a la ciutat catalana. Finalment s'han realitzat els càlculs corresponents per saber el nombre de superfície de coberta que requereix cada barri de Barcelona per poder generar l'energia FV necessària pels VE de cada barri corresponent. En les següents línies, s'exposen les principals conclusions a les que aquesta recerca ha conduït.

En relació al vehicle elèctric, cal constatar que presenta unes característiques de funcionament força similars a la dels vehicles utilitaris. Tanmateix, el seu preu d'adquisició és més elevat, i presenta greus dèficits en alguns aspectes, sobretot els relacionats amb desplaçaments de llarga distància.

De forma general, referent a la qüestió de la viabilitat del canvi de model de mobilitat a la ciutat de Barcelona, no existeix una resposta clara. Per una banda, es necessiten unes inversions molt elevades per part de l'administració per arribar al nivells de demanda satisfactoris, degut a la poca rendibilitat financera dels usuaris amb el canvi de vehicle i, a més, els beneficis experimentats per la societat no superen els costos invertits. Tanmateix, i en clau positiva, la tipologia del desplaçaments en l'àrea de Barcelona, la creixent consciència social en temes ambientals, i les constants sancions a vehicles contaminants, propicien un espai apte per al desenvolupament del VE

Un dels impediments més importants al llarg del desenvolupament d'aquest projecte ha sigut la manca de informació. Molts cops s'ha hagut de precisar informació que s'ha hagut d'extreure de forma pràctica o també obtenir-les de documentació amb certa antiguitat i fins i tot en alguns casos s'han hagut de realitzar hipòtesis. Això pot fer despertar la curiositat de

més d'un de cara al desenvolupament de nous projectes per saber les dades reals i actuals del transport a la ciutat de Barcelona amb tot el que comporta.

Seguint amb conclusions més enfocades als valors trobats sobre l'increment d'energia que suposaria una implementació hipotètica del VE són totalment acceptables i raonables. En l'escenari plantejat a un futur més llunyà, tot i tenir una tercera part de VE del total de turismes barcelonins, l'energia que consumirien representaria tant sols un 11% de tota l'energia destinada a l'automoció a la ciutat.

És digne de menció també el consum d'electricitat que representa un cotxe elèctric a nivell individual. Aquest aspecte és molt sorprenent, ja que comparant amb altres consums de la vida quotidiana és molt més baix. Un exemple seria la comparació amb el consum d'energia que és necessària per subministrar aigua calenta. Fent els nombres diaris i individuals, el consum és el següent, considerant que a una habitatge multifamiliar una persona consumeix 22 litres d'aigua calenta sanitària al dia.

$$\text{Energia aigua calenta} = c \cdot m \cdot \Delta T = 4,2 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 22 \text{ l} \cdot \frac{1 \text{ kg}}{1 \text{ l}} \cdot (60^\circ\text{C} - 10^\circ\text{C}) = 4.620 \text{ kJ} \text{ [Eq.5]}$$

$$\text{Energia aigua calenta} = 4.620 \text{ kWs} \cdot \frac{1 \text{ hora}}{3.600 \text{ s}} = 1,283 \text{ kWh}$$

I per altra banda:

$$\text{Energia VE} = 18,8 \frac{\text{kWh}}{100 \text{ km}} \cdot 12 \text{ km} \cdot \frac{1}{5} = 0,4512 \text{ kWh} \text{ [Eq.6]}$$

Amb els resultats obtinguts, es veu la diferència comentada anteriorment, i a més amb una diferència força significativa de 0,8318 kWh diaris per cada persona. Per tant, es pot reafirmar el que ja s'ha comentat, l'ús diari del VE per moure's dins de la ciutat comporta un consum baix.

Un fet rellevant, és que la major part de l'energia de demanda en cada un dels escenaris és produïda pels taxis. Tot i que la seva presència en comparació el vehicle privat és molt menor, és pel fet de la gran quantitat de quilòmetres que realitzen al llarg del dia que la seva participació energèticament és més important. Aquest fet s'ha de tenir en compte en el moment de la instal·lació PdR, ja que és molt possible que s'hagi de carregar el VE més d'un cop al dia i durant el servei. Per tant, amb les autonomies actuals la recàrrega hauria de ser superràpida i així quasi no influir en el temps perdut pels taxistes.

Continuant amb les conclusions finals, encarant-se a les diferents opcions per aportar energia als VE, totes tres són igual de vàlides tot i que s'hagi pres més atenció a l'opció 3 de plaques fotovoltaïques (FV). Per una banda, la importació d'energia a partir de les línies d'alta tensió que comuniquen Catalunya amb França és totalment factible, ja que en l'àmbit de infraestructures la connexió està totalment preparada. Per altra banda, l'opció de no fer una implementació total del VE i que sigui el VHE qui tingui més presència dins del parc mòbil també és totalment vàlida, de fet aquesta tipologia de vehicle és el que cada cop s'està incorporant amb més força, i cada cop hi ha més marques automobilístiques que integren un model híbrid a les seves files. I finalment, com a última alternativa, la instal·lació de plaques FV també s'ha mostrat com una alternativa segura i viable. De fet, en aquesta última alternativa s'ha demostrat numèricament i per això se'n poden extreure conclusions pròpies.

Partint de la situació que a la ciutat de Barcelona no està gens normalitzat a veure plaques FV ja que la seva implantació està molt endarrerida, amb els números que s'han obtingut es pot arribar a una primera conclusió remarcant la factibilitat d'instal·lació de plaques FV a les cobertes barcelonines. Amb l'escenari més extrem de tots i que comporta un augment d'energia més considerable, fins a una tercera part dels cotxes són elèctrics, i tant sols es requereix un 8% del terrat de Barcelona per tal de suplir aquesta energia de demanda. Aquesta xifra és baixa pel fet de la bona situació geogràfica en que s'ubica Barcelona.

Si es refessin les polítiques de la ciutat, encarant el futur amb energies netes, és ben clar que l'alternativa de l'energia FV seria una font segura per produir energia. Com s'ha demostrat, es requereix més energia per subministrar aigua calenta sanitària que no pas per mobilitzar-se amb VE, per tant la instal·lació de plaques FV serviria per suplir també la demanda de serveis domèstics tant bàsics com l'aigua calenta o proporcionar electricitat a electrodomèstics principals. Com s'ha demostrat a la taula de percentatges d'àrees, hi ha molta àrea disponible per augmentar la generació d'energia FV.

Finalment, remarcar que només amb un correcte impuls del vehicle elèctric, fent partícips a tots els agents implicats, es podrà augmentar l'atractiu del canvi de model de mobilitat, augmentant al seu torn la viabilitat de projectes com el que hem presentat. En definitiva, el vehicle elèctric és la gran aposta de futur, però cal ser molt conscients del llarg camí que encara s'ha de recórrer.

10. AGRÏMENTS

Com a punt imprescindible per aquest treball, cal expressar l'enorme agraïment cap a un llistat de persones que gràcies a la seva ajuda s'ha pogut desenvolupar tot el projecte.

S'ha de començar amb el mentor i creador d'aquest projecte, Vicente de Medina, si no hagués estat per ell aquest projecte a hores d'ara no existiria. El bon *feeling* amb aquest professor ha permès realitzar de la millor manera aquest projecte. A més com a director d'aquest Treball de Fi de Màster la seva paciència i ajuda durant tot el treball, el seus consells han estat sempre de bon ajuda durant tot el treball.

Seguint, s'ha d'apreciar l'ajuda i la informació rebuda pel professor del departament de motors i màquines tèrmiques Jesús Álvarez.

La formació, ajuda i ànims per part del personal de l'empresa Sunco també en sigut un factor clau per desenvolupar aquest projecte, sobretot en Jordi Álvarez i en Bernat de Miguel.

Finalment, s'ha d'agrair a Marc Esquerdo, un amic que ha tingut la paciència de facilitar les dades del seu taxi i així poder treballar amb dades reals.

11. Bibliografia

- <http://www.eic.cat/noticies/imaginem-mix-energetic-100-renovable-conurbacio-larea-metropolitana-barcelona>, Notícia d'Enginyers Industrials de Catalunya del 23/09/2016 [Consulta: 14/10/2016]
- PALLISE, J. Et al. (2010), Diagnosi i perspectives del vehicle elèctric a Catalunya, Consell Assessor per al Desenvolupament Sostenible de Catalunya (CADS)
- <https://www.electromaps.com/> Web d'Electromaps.[Consulta: 01/12/2016]
- http://www.ara.cat/societat/Barcelona-prohibira-contaminants-circulin-ciutat_0_1691230981.html Notícia del diari Ara del 21/11/2016 [Consulta: 21/11/2016]
- <http://www.autobild.es/reportajes/los-diez-coches-electricos-con-mas-autonomia-mercado-222905> Notícia de la plataforma web Autobild.es del 17/10/2016 [Consulta: 30/10/2016]
- <http://corrienteelectrica.renault.es/futuro-impacto-la-red-electrica-coche-electrico/> Reportatge de l'empresa Seat del 19/10/2016 [Consulta: 13/11/2016]
- CONSEJERÍA DE ECONOMIA Y HACIENDA, ORGANIZACIÓN DIRECCIÓN GENERAL DE INDUSTRIA, ENERGÍA Y MINAS, *Guía del Vehículo Eléctrico*, Comunitat de Madrid 2015
- CEDÓ, G. *Estudi energètic d'un cotxe híbrid elèctric* ETSEIAT-UPC 2016
- MUÑOZ, D. *Puntos de recarga para vehículos eléctricos en la región metropolitana de Barcelona*. ETSECCPB-UPC 2012
- IGNACIO, M. *Estudi comparatiu de consum energètic i emissions del cotxe elèctric amb els cotxes de combustió interna*. ETSEIAT-UPC 2013
- AJUNTAMENT DE BARCELONA *Pla d'energia, canvi climàtic i qualitat de l'aire de Barcelona 2011-2020*. Barcelona 2010
- INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. *Electric and plug-in hybrid electric vehicles*. June 2011
- CORBALÁN, M; JAEN, C.; LAMICH, M. *El vehicle elèctric* Departament d'enginyeria Electrònica. Escola d'enginyeria de Terrassa - UPC

11.1.Referències bibliogràfiques

- [1] <http://ajuntament.barcelona.cat/qualitataire/>, Ecologia, Urbanisme i Mobilitat de

l'Ajuntament de Barcelona [Consulta: 24/10/2016]

- [2] ASTALS, F.; CAIRÓ, I.; COMELLAS, J.; MARTÍNEZ, F.; PALLISÉ, J.; SERRA, J., *Diagnosi i perspectives del vehicle elèctric a Catalunya*, Consell Assessor per al Desenvolupament Sostenible de Catalunya (CADS) 2010
- [3] CONSEJERÍA DE ECONOMIA Y HACIENDA, ORGANIZACIÓN DIRECCIÓN GENERAL DE INDUSTRIA, ENERGÍA Y MINAS, *Guía del Vehículo Eléctrico*, Comunitat de Madrid 2015
- [4] <http://www.nrel.gov/>, National Renewable Energy Laboratory [Consulta: 07/01/2017]
- [5] <https://www.iea.org/>, International Energy Agency [Consulta: 21/12/2016]
- [6] MINISTERIO DE INDUSTRIA, TURISMO Y COMERCIO, *Pla d'Acció Nacional d'Energies Renovables (PANER) 2011-2020*, 2010
- [7] Apunts de l'assignatura d'Energies Renovables. *PV Solar Energy* ETSEIB-UPC 2016
- [8] CARRILLO, E. *Instalación solar fotovoltaica conectada a red* EPSEM-UPC Terrassa 2009
- [9] INSTITUT CATALÀ D'ENERGIA *Mobilitat eficient a Catalunya*. Generalitat de Catalunya 2016
- [10] AJUNTAMENT DE BARCELONA *Pla d'energia, canvi climàtic i qualitat de l'aire de Barcelona 2011-2020*. Barcelona 2010

Treball de Fi de Màster

Màster Universitari en Enginyeria Industrial

Estudi de la demanda energètica del vehicle elèctric i la viabilitat de l'energia fotovoltaica

ANNEXOS

Autor: Marçal Bertranpetit Puig
Director: Vicente Cesar de Medina Iglesias
Convocatòria: Gener 2017



Escola Tècnica Superior
d'Enginyeria Industrial de Barcelona



ANNEX 1. NOMBRE DE TURISMES PER BARRI

Barri	Nombre de turismes
El Raval	6.374
El Barri Gòtic	6.350
La Barceloneta	3.656
Sant Pere, Santa Caterina i la Ribera	4.488
El Fort Pienc	10.905
La Sagrada Família	15.981
La Dreta de l'Eixample	19.937
l'Antiga Esquerra de l'Eixample	15.601
La Nova Esquerra de l'Eixample	21.701
Sant Antoni	11.582
El Poble Sec - AEI Parc Montjuïc	9.583
La Marina del Prat Vermell - AEI Zona Franca	3.778
La Marina de Port	10.771
La Font de la Guatlla	5.332
Hostafrancs	4.818
La Bordeta	11.348
Sants - Badal	7.691
Sants	12.463
Les Corts	21.129
La Maternitat i Sant Ramon	9.980
Pedralbes	9.798
Vallvidrera, el Tibidabo i les Planes	1.951
Sarrià	10.770
Les Tres Torres	10.053
Sant Gervasi - La Bonanova	11.660
Sant gervasi - Galvany	25.529
El Putxet i el Farró	11.627
Vallcarca i els Penitents	5.863
El Coll	2.286
La Salut	4.900

La Vila de Gràcia	13.731
El Camp d'en Grassot i Gràcia Nova	11.631
El Baix Guinardó	8.281
Can baró	3.024
El Guinardó	11.878
La Font d'en Fargues	4.033
El Carmel	9.663
La Teixonera	3.850
Sant Genís dels Agudells	2.862
Montbau	1.741
La Vall d'Hebron	2.173
La Clota	154
Horta	9.186
Vilapicina i la Torre Llobeta	8.084
Porta	7.758
El Turó de la Peira	3.662
Can Peguera	634
La Guineueta	5.264
Canyelles	2.932
Les Roquetes	4.714
Verdun	3.585
La Prosperitat	8.501
La Trinitat Nova	1.950
Torre Baró	858
Ciutat Meridiana	2.947
Vallbona	426
La Trinitat Vella	2.858
Baró de Viver	658
El Bon Pastor	5.149
Sant Andreu	19.781
La Sagrera	9.611
El Congrés i els Indians	4.080
Navas	7.493

El Camp de l'Arpa del Clot	11.994
El Clot	8.718
El Parc i la Llacuna del Poblenou	6.692
La Vila Olímpica del Poblenou	3.985
El Poblenou	10.356
Diagonal Mar i el Front Marítim del Poblenou	4.175
El Besòs i el Maresme	6.321
Provençals del Poblenou	7.205
Sant Martí de Provençals	8.906
La Verneda i la Pau	10.085
Barcelona	570.345

Taula A1.1 Nombre de turismes per cada barri

[Font: Departament d'Estadística – Ajuntament de Barcelona]

ANNEX 2. VEHICLES ELÈCTRICS I CONSUM PER BARRI

En aquest annex es mostren el nombre de VE i la demanda d'energia que representen tots ells en cada un dels barris per cada un dels escenaris plantejats en el projecte:

	Escenari de partida	Escenari 1	Escenari 2	Escenari 3	Escenari 4
El Raval	5	17	287	876	2.151
El Barri Gòtic	5	17	286	873	2.143
La Barceloneta	3	10	165	503	1.234
Sant Pere, Santa Caterina i la Ribera	4	12	202	617	1.515
El Fort Pienc	9	29	491	1.499	3.680
La Sagrada Família	13	42	719	2.197	5.394
La Dreta de l'Eixample	16	52	897	2.741	6.729
l'Antiga Esquerra de l'Eixample	12	41	702	2.145	5.265
La Nova Esquerra de l'Eixample	17	57	977	2.984	7.324
Sant Antoni	9	30	521	1.593	3.909
El Poble Sec - AEI Parc Montjuïc	8	25	431	1.318	3.234
La Marina del Prat Vermell - AEI Zona Franca	3	10	170	519	1.275
La Marina de Port	9	28	485	1.481	3.635
La Font de la Guatlla	4	14	240	733	1.800
Hostafrancs	4	13	217	662	1.626
La Bordeta	9	30	511	1.560	3.830
Sants - Badal	6	20	346	1.058	2.596
Sants	10	33	561	1.714	4.206
Les Corts	17	55	951	2.905	7.131
La Maternitat i Sant Ramon	8	26	449	1.372	3.368
Pedralbes	8	26	441	1.347	3.307
Vallvidrera, el Tibidabo i les Planes	2	5	88	268	658
Sarrià	9	28	485	1.481	3.635
Les Tres Torres	8	26	452	1.382	3.393
Sant Gervasi - la Bonanova	9	31	525	1.603	3.935
Sant Gervasi - galvany	20	67	1.149	3.510	8.616
El Putxet i el Farró	9	31	523	1.599	3.924
Vallcarca i els Penitents	5	15	264	806	1.979
El Coll	2	6	103	314	772
La Salut	4	13	221	674	1.654
La Vila de Gràcia	11	36	618	1.888	4.634

El Camp d'en Grassot i Gràcia Nova	9	31	523	1.599	3.925
El Baix Guinardó	7	22	373	1.139	2.795
Can baró	2	8	136	416	1.021
El Guinardó	9	31	535	1.633	4.009
La Font d'en Fargues	3	11	181	555	1.361
El Carmel	8	25	435	1.329	3.261
La Teixonera	3	10	173	529	1.299
Sant Genís dels Agudells	2	8	129	394	966
Montbau	1	5	78	239	588
La Vall d'Hebron	2	6	98	299	733
La Clota	0	0	7	21	52
Horta	7	24	413	1.263	3.100
Vilapicina i la Torre Llobeta	6	21	364	1.112	2.728
Porta	6	20	349	1.067	2.618
El Turó de la Peira	3	10	165	504	1.236
Can peguera	1	2	29	87	214
La Guineueta	4	14	237	724	1.777
Canyelles	2	8	132	403	990
Les Roquetes	4	12	212	648	1.591
Verdun	3	9	161	493	1.210
La Prosperitat	7	22	383	1.169	2.869
La Trinitat Nova	2	5	88	268	658
Torre baró	1	2	39	118	290
Ciutat meridiana	2	8	133	405	995
Vallbona	0	1	19	59	144
La Trinitat Vella	2	8	129	393	965
Baró de Viver	1	2	30	90	222
El Bon Pastor	4	14	232	708	1.738
Sant Andreu	16	52	890	2.720	6.676
La Sagrera	8	25	432	1.322	3.244
El Congrés i els Indians	3	11	184	561	1.377
Navas	6	20	337	1.030	2.529
El Camp de l'Arpa del Clot	9	31	540	1.649	4.048
El Clot	7	23	392	1.199	2.942
El Parc i la Llacuna del Poblenou	5	18	301	920	2.259
La Vila Olímpica del Poblenou	3	10	179	548	1.345
El Poblenou	8	27	466	1.424	3.495
Diagonal Mar i el Front Marítim del Poblenou	3	11	188	574	1.409
El Besòs i el Maresme	5	17	284	869	2.133

Provençals del Poblenou	6	19	324	991	2.432
Sant Martí de Provençals	7	23	401	1.225	3.006
La Verneda i la Pau	8	26	454	1.387	3.404
TOTAL	450	1.495	25.627	78.305	192.204

Taula A2.1 Nombre de VE en cada barri per cada un dels escenaris hipotètics

[Font: elaboració pròpia]

	Escenari de partida	Escenari 1	Escenari 2	Escenari 3	Escenari 4
El Raval	0,01	0,1	2,1	6,4	15,7
El Barri Gòtic	0,01	0,1	2,1	6,4	15,7
La Barceloneta	0,01	0,1	1,2	3,7	9,0
Sant Pere, Santa Caterina i la Ribera	0,01	0,1	1,5	4,5	11,1
El Fort Pienc	0,02	0,2	3,6	11,0	26,9
La Sagrada Família	0,03	0,3	5,3	16,1	39,5
La Dreta de l'Eixample	0,04	0,3	6,6	20,1	49,2
l'Antiga Esquerra de l'Eixample	0,03	0,3	5,1	15,7	38,5
La Nova Esquerra de l'Eixample	0,05	0,4	7,1	21,8	53,6
Sant Antoni	0,03	0,2	3,8	11,7	28,6
El Poble Sec - AEI Parc Montjuïc	0,02	0,2	3,2	9,6	23,7
La Marina del Prat Vermell - AEI Zona Franca	0,01	0,1	1,2	3,8	9,3
La Marina de Port	0,02	0,2	3,5	10,8	26,6
La Font de la Guatlla	0,01	0,1	1,8	5,4	13,2
Hostafrancs	0,01	0,1	1,6	4,8	11,9
La Bordeta	0,02	0,2	3,7	11,4	28,0
Sants - Badal	0,02	0,1	2,5	7,7	19,0
Sants	0,03	0,2	4,1	12,5	30,8
Les Corts	0,05	0,4	7,0	21,3	52,2
La Maternitat i Sant Ramon	0,02	0,2	3,3	10,0	24,6
Pedralbes	0,02	0,2	3,2	9,9	24,2
Vallvidrera, el Tibidabo i les Planes	0,00	0,0	0,6	2,0	4,8
Sarrià	0,02	0,2	3,5	10,8	26,6
Les Tres Torres	0,02	0,2	3,3	10,1	24,8
Sant Gervasi - la Bonanova	0,03	0,2	3,8	11,7	28,8
Sant Gervasi - galvany	0,06	0,4	8,4	25,7	63,0
El Putxet i el Farró	0,03	0,2	3,8	11,7	28,7
Vallcarca i els Penitents	0,01	0,1	1,9	5,9	14,5
El Coll	0,00	0,0	0,8	2,3	5,6

La Salut	0,01	0,1	1,6	4,9	12,1
La Vila de Gràcia	0,03	0,2	4,5	13,8	33,9
El Camp d'en Grassot i Gràcia Nova	0,03	0,2	3,8	11,7	28,7
El Baix Guinardó	0,02	0,1	2,7	8,3	20,4
Can baró	0,01	0,1	1,0	3,0	7,5
El Guinardó	0,03	0,2	3,9	12,0	29,3
La Font d'en Fargues	0,01	0,1	1,3	4,1	10,0
El Carmel	0,02	0,2	3,2	9,7	23,9
La Teixonera	0,01	0,1	1,3	3,9	9,5
Sant Genís dels Agudells	0,01	0,0	0,9	2,9	7,1
Montbau	0,00	0,0	0,6	1,8	4,3
La Vall d'Hebron	0,00	0,0	0,7	2,2	5,4
La Clota	0,00	0,0	0,1	0,2	0,4
Horta	0,02	0,2	3,0	9,2	22,7
Vilapicina i la Torre Llobeta	0,02	0,1	2,7	8,1	20,0
Porta	0,02	0,1	2,6	7,8	19,2
El Turó de la Peira	0,01	0,1	1,2	3,7	9,0
Can peguera	0,00	0,0	0,2	0,6	1,6
La Guineueta	0,01	0,1	1,7	5,3	13,0
Canyelles	0,01	0,1	1,0	2,9	7,2
Les Roquetes	0,01	0,1	1,6	4,7	11,6
Verdun	0,01	0,1	1,2	3,6	8,9
La Prosperitat	0,02	0,1	2,8	8,6	21,0
La Trinitat Nova	0,00	0,0	0,6	2,0	4,8
Torre baró	0,00	0,0	0,3	0,9	2,1
Ciutat meridiana	0,01	0,1	1,0	3,0	7,3
Vallbona	0,00	0,0	0,1	0,4	1,1
La Trinitat Vella	0,01	0,0	0,9	2,9	7,1
Baró de Viver	0,00	0,0	0,2	0,7	1,6
El Bon Pastor	0,01	0,1	1,7	5,2	12,7
Sant Andreu	0,04	0,3	6,5	19,9	48,8
La Sagrera	0,02	0,2	3,2	9,7	23,7
El Congrés i els Indians	0,01	0,1	1,3	4,1	10,1
Navas	0,02	0,1	2,5	7,5	18,5
El Camp de l'Arpa del Clot	0,03	0,2	3,9	12,1	29,6
El Clot	0,02	0,2	2,9	8,8	21,5
El Parc i la Llacuna del Poblenou	0,01	0,1	2,2	6,7	16,5
La Vila Olímpica del Poblenou	0,01	0,1	1,3	4,0	9,8
El Poblenou	0,02	0,2	3,4	10,4	25,6
Diagonal Mar i el Front Marítim del Poblenou	0,01	0,1	1,4	4,2	10,3

El Besòs i el Maresme	0,01	0,1	2,1	6,4	15,6
Provençals del Poblenou	0,02	0,1	2,4	7,2	17,8
Sant Martí de Provençals	0,02	0,2	2,9	9,0	22,0
La Verneda i la Pau	0,02	0,2	3,3	10,1	24,9
TOTAL	1,24	9,9	187,5	573,0	1.406,4

Taula A2.2 Demanda energètica en MWh en cada barri per cada un dels escenaris hipotètics

[Font: elaboració pròpia]

ANNEX 3. SUPERFÍCIE PER BARRI

Barri	Superfície [m ²]
El Raval	760.433
El Barri Gòtic	545.348
La Barceloneta	885.571
Sant Pere, Santa Caterina i la Ribera	851.159
El Fort Pienc	592.047
La Sagrada Família	684.903
La Dreta de l'Eixample	1.307.118
l'Antiga Esquerra de l'Eixample	815.392
La Nova Esquerra de l'Eixample	896.249
Sant Antoni	491.276
El Poble Sec - AEI Parc Montjuïc	3.874.830
La Marina del Prat Vermell - AEI Zona Franca	11.800.069
La Marina de Port	886.072
La Font de la Guatlla	207.969
Hostafrancs	277.216
La Bordeta	426.990
Sants - Badal	291.711
Sants	804.112
Les Corts	870.317
La Maternitat i Sant Ramon	1.417.190
Pedralbes	2.029.917
Vallvidrera, el Tibidabo i les Planes	11.003.160
Sarrià	2.567.312
Les Tres Torres	588.343
Sant Gervasi - la Bonanova	1.711.719
Sant Gervasi - galvany	1.177.096
El Putxet i el Farró	671.768
Vallcarca i els Penitents	861.121
El Coll	276.257
La Salut	380.702
La Vila de Gràcia	1.021.504
El Camp d'en Grassot i Gràcia Nova	440.898
El Baix Guinardó	378.009
Can baró	278.598
El Guinardó	863.534
La Font d'en Fargues	496.558
El Carmel	742.397

La Teixonera	237.686
Sant Genís dels Agudells	1.452.800
Montbau	1.183.523
La Vall d'Hebron	509.263
La Clota	141.717
Horta	2.026.940
Vilapicina i la Torre Llobeta	380.915
Porta	575.641
El Turó de la Peira	197.426
Can peguera	61.931
La Guineueta	413.730
Canyelles	669.927
Les Roquetes	393.946
Verdun	160.801
La Prosperitat	375.598
La Trinitat Nova	383.380
Torre baró	901.177
Ciutat meridiana	302.605
Vallbona	439.225
La Trinitat Vella	548.786
Baró de Viver	110.246
El Bon Pastor	1.303.775
Sant Andreu	1.171.037
La Sagrera	697.502
El Congrés i els Indians	266.659
Navas	257.010
El Camp de l'Arpa del Clot	490.503
El Clot	422.433
El Parc i la Llacuna del Poblenou	729.423
La Vila Olímpica del Poblenou	602.972
El Poblenou	1.012.183
Diagonal Mar i el Front Marítim del Poblenou	756.037
El Besòs i el Maresme	788.699
Provençals del Poblenou	693.525
Sant Martí de Provençals	436.852
La Verneda i la Pau	688.116

Taula A3.1 Superfície de cada barri [Font: elaboració pròpia]

ANNEX 4. SIMULACIONS

A continuació s'adjunten totes les simulacions realitzades en els diferents barris de Barcelona amb la plataforma de Solargis, PVPlanner:

EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA

Número del informe: PV-29361-1611-207

Fecha: 12 de noviembre de 2016 16:22 (UTC)

1. Descripción del emplazamiento

Nombre del sitio: Barcelona, España

Coordenadas: **41° 22' 48.02" N, 02° 10' 5.42" E**

Elevación: 23 m

Pendiente: 2°

Orientación: 124° sudeste

Irradiación global anual en plano inclinado: **1907 kWh/m²**

Temperatura ambiente anual a 2 m: **16.2 °C**

2. Descripción del sistema FV

Potencia instalada: **50.0 kWp**

Tipo de módulos: silicio cristalino (**c-Si**)

Estructura: **estructura fija, sobreelevada**

Orient./Incl.: **180° (sur) / 36°**

Efic. (Euro) inversor: 97.5%

Pérdidas DC/AC: 5.5% / 1.5%

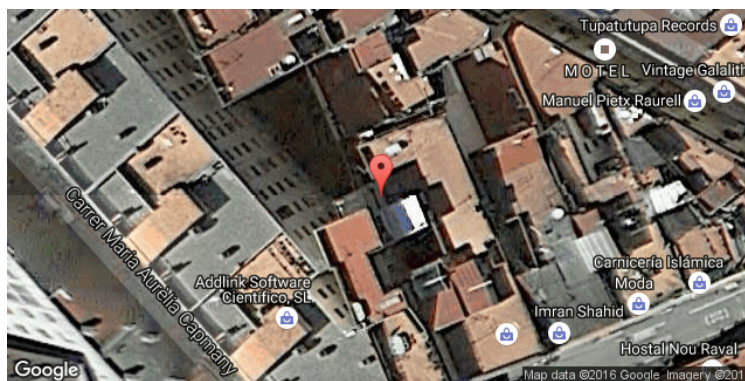
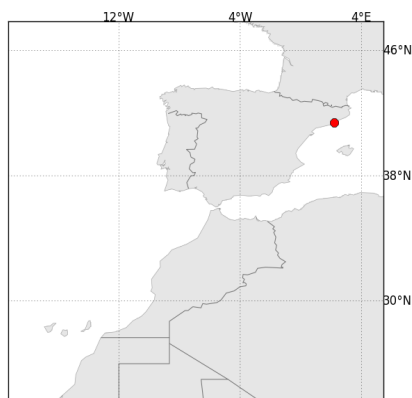
Disponibilidad: 99.0%

Producción eléctrica anual media: **76.4 MWh**

Rendimiento medio: **79.8%**

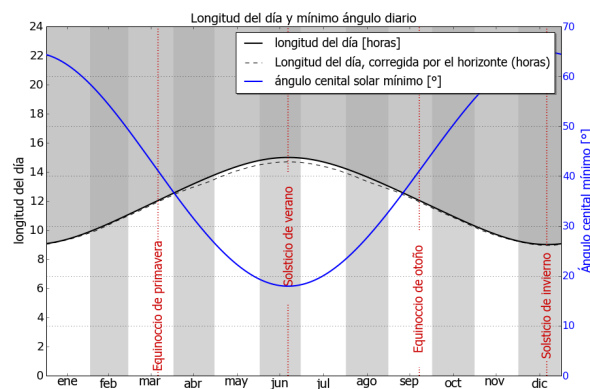
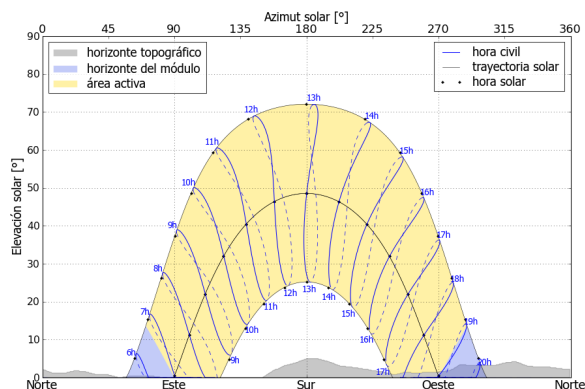
Localización en el mapa: <http://solargis.info/imaps/#tl=Google:satellite&loc=41.3800047857,2.16817170382&z=20>

3. Localización geográfica



Google Maps © 2016 Google

4. Horizonte topográfico y longitud del día



Izquierda: Trayectoria solar anual. El horizonte topográfico (en gris) y el horizonte del módulo (en azul) pueden dar lugar a ocultaciones solares. Los puntos negros muestran el tiempo solar verdadero. Las etiquetas en azul indican la hora civil local.

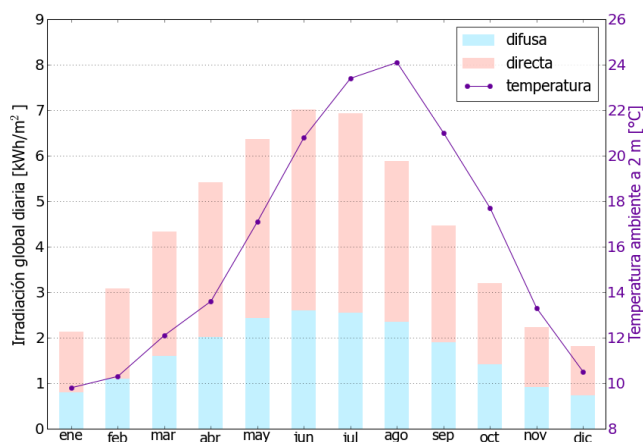
Derecha: Duración del día y ángulo cenital solar a lo largo del año. Si el horizonte local no es nulo, la duración real del día (tiempo en que el Sol está por encima del horizonte local) es menor que la duración astronómica.

Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.3800°/2.1682°

sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 36°

5. Irradiación global horizontal y temperatura ambiente - referencia climática

Mes	Gh _m	Gh _d	Dh _d	T ₂₄
ene	66	2.13	0.80	9.8
feb	87	3.09	1.10	10.3
mar	134	4.33	1.60	12.1
abr	163	5.42	2.02	13.6
may	198	6.37	2.43	17.1
jun	210	7.01	2.60	20.8
jul	215	6.94	2.55	23.4
ago	183	5.89	2.35	24.1
sep	134	4.47	1.90	21.0
oct	99	3.20	1.41	17.7
nov	67	2.23	0.91	13.3
dic	57	1.82	0.73	10.5
año	1612	4.42	1.70	16.2



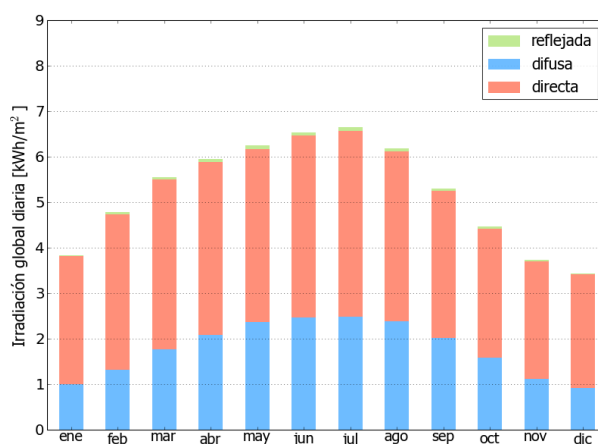
Medias anuales:

Gh _m	Irradiación global mensual [kWh/m²]
Gh _d	Irradiación global diaria [kWh/m²]
Dh _d	Irradiación difusa diaria [kWh/m²]
T ₂₄	Temperatura ambiente diaria (diurna) [°C]

6. Irradiación global en plano inclinado

Superficie fija, azimut 180° (sur), inclinación. 36°

Mes	Gi _m	Gi _d	Di _d	Ri _d	Sh _{loss}
ene	119	3.84	1.00	0.03	0.3
feb	134	4.78	1.31	0.04	0.3
mar	172	5.55	1.77	0.05	0.3
abr	179	5.95	2.08	0.06	0.4
may	194	6.25	2.36	0.08	0.4
jun	197	6.54	2.47	0.08	0.4
jul	206	6.65	2.48	0.08	0.4
ago	192	6.18	2.38	0.07	0.4
sep	159	5.30	2.02	0.05	0.4
oct	138	4.46	1.59	0.04	0.4
nov	112	3.73	1.11	0.03	0.3
dic	107	3.43	0.92	0.02	0.3
año	1907	5.22	1.79	0.05	0.4



Medias mensuales:

Gi _m	Irradiación global mensual [kWh/m²]
Gi _d	Irradiación global diaria [kWh/m²]
Di _d	Irradiación difusa diaria [kWh/m²]
Ri _d	Irradiación reflejada diaria [kWh/m²]

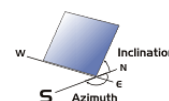
Sh_{loss} Pérdidas de irradiación global por sombreado topográfico [%]

Irradiación global anual media para diferentes tipos de superficie:

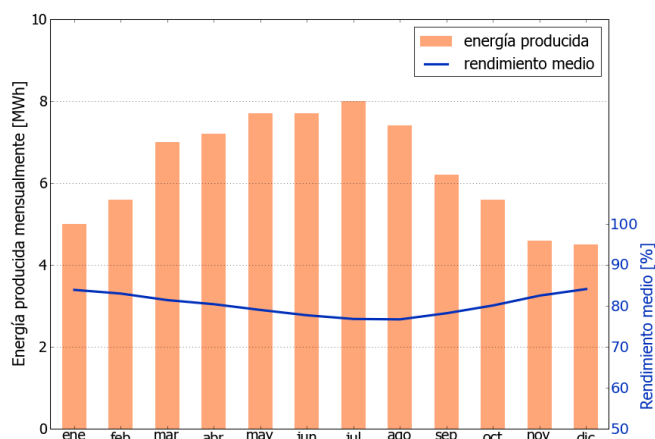
	kWh/m²	relativo a la inclinación óptima
Horizontal	1612	84.5%
Con inclinación óptima (36°)	1907	100.0%
Seguimiento a 2 ejes	2469	129.5%
Su opción	1907	100.0%

Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.3800°/2.1682°
sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 36°

7. Producción eléctrica FV inicial



Mes	Es _m	Es _d	Et _m	E _{share}	PR
ene	100	3.23	5.0	6.6	83.9
feb	111	3.98	5.6	7.3	83.0
mar	141	4.54	7.0	9.2	81.4
abr	144	4.81	7.2	9.4	80.4
may	154	4.96	7.7	10.1	79.0
jun	153	5.11	7.7	10.0	77.7
jul	159	5.13	8.0	10.4	76.8
ago	148	4.76	7.4	9.7	76.7
sep	125	4.17	6.2	8.2	78.2
oct	111	3.58	5.6	7.3	80.1
nov	92	3.08	4.6	6.0	82.5
dic	90	2.90	4.5	5.9	84.1
año	1528	4.19	76.4	100.0	79.8



Medias mensuales:

Es_m Producción eléctrica específica mensual total [kWh/kWp]
Es_d Producción eléctrica específica diaria total [kWh/kWp]
Et_m Producción eléctrica mensual total [MWh]

E_{share} Percentage mensual de producción eléctrica [%]
PR Rendimiento [%]

8. Pérdidas y rendimiento del sistema

Fase en la conversión de energía	Energía producida [kWh/kWp]	Pérdidas [kWh/kWp]	Pérdidas [%]	Rendimiento	
				[parcial %]	[acumul. %]
1. Irrad. global incidente en la superficie (entrada)	1914	-	-	100.0	100.0
2. Irrad. global reducida por el sombreado topográfico	1907	-7	-0.4	99.6	99.6
3. Irrad. global reducida por la reflectividad	1857	-50	-2.6	97.4	97.0
4. Conversión DC en los módulos	1701	-156	-8.4	91.6	88.9
5. Otras pérdidas DC	1607	-94	-5.5	94.5	84.0
6. Inversores (conversión DC/AC)	1567	-40	-2.5	97.5	81.9
7. Pérdidas en AC en el transformador y el cableado	1544	-24	-1.5	98.5	80.6
8. Disponibilidad reducida	1528	-15	-1.0	99.0	79.8
Rendimiento total del sistema	1528	-386	-20.2	-	79.8

Fases de conversión de la energía y pérdidas asociadas:

1. Se asume una producción inicial bajo condiciones estándar de operación,
2. Reducción de la irradiación global debido a obstrucciones por el horizonte topográfico y otros módulos FV,
3. Proporción de irradiación global que es reflejada por la superficie de los módulos FV (típicamente, cristalinos),
4. Pérdidas en los módulos debido a la conversión de radiación solar en corriente continua (DC); cambio de la eficiencia por desvío de las condiciones estándar de operación,
5. Pérdidas DC: desajuste entre módulos FV, pérdidas de calor en los cables y conexiones, pérdidas debidas a suciedad, nieve, hielo y auto-sombreado de los módulos FV,
6. Este paso considera la eficiencia (Euro) para aproximar las pérdidas promedio en el inversor,
7. Las pérdidas en la sección AC y el transformador (donde sea aplicable) dependen de la arquitectura del sistema,
8. El parámetro de disponibilidad asume pérdidas debido a periodos de inactividad causados por operaciones de mantenimiento o fallos.

Las pérdidas en los pasos 2 y 4 están modeladas numéricamente en pvPlanner. Las pérdidas en los pasos 5 y 8 deben ser calculadas por el usuario. Los modelos de simulación tienen incertidumbres inherentes que no se contemplan en este informe. Si desea evaluar posibles riesgos, puede encontrar información adicional sobre los métodos de simulación empleados y las incertidumbres asociadas en <http://solargis.com/products/pvplanner/>.

Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.3800°/2.1682°
sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 36°

9. Solargis v21a - descripción de la base de datos

Solargis es una base de datos climáticos de alta resolución operada por Solargis s.r.o.. Las capas de información incluyen la radiación solar, la temperatura ambiente y datos del terreno (altura y horizonte).

Temperatura ambiente a 2 m: obtenida a partir de los reanálisis del CFSR (© NOAA NCEP, USA); años: 1994 - 2011; refinado a valores cada 15 minutos. Los datos han sido tratados topográficamente (la resolución de 1 km) para incluir la alta variabilidad espacial del terreno.

Radiación solar: obtenida a partir de los datos atmosféricos y del datos de satélite:

- Meteosat PRIME satélite (© EUMETSAT, Alemania) 1994 - 2015, los valores de 15 minutos o 30 minutos para Europa, África y Oriente Medio,
- Meteosat IODC satélite (© EUMETSAT, Alemania) 1999 - 2015, 30 - valores de minutos para Asia,
- GOES EAST satélite (© NOAA, USA) 1999 - 2015, 30 minutos los valores de América,
- GOES WEST satélite (© NOAA, USA) 1999 - 2015, 30 minutos los valores de América y Pacífico,
- MTSAT satélite (© JMA, Japón) 2007 - 2015, los valores de 30 minutos para el Pacífico,
- MACC-II/CAMS (© ECMWF, UK) 2003 - 2015, los datos atmosféricos,
- GFS (© NOAA, USA), 1994 - 2015, los datos atmosféricos,
- MERRA-2 (© NASA, USA), 1994 - 2002, los datos atmosféricos.

Esta evaluación asume años de 365 días. Ocasionalmente, pueden aparecer errores de redondeo numérico que no son atribuibles a defectos del algoritmo aplicado. Puede consultar información adicional sobre los datos, algoritmos y la incertidumbre aplicados en: <http://solargis.com/products/pvplanner/>.

10. Proveedor del servicio

Solargis s.r.o. , Milana Marečka 3, 84108 Bratislava, Eslovaquia; ID del proveedor: 45 354 766, CIF: SK2022962766; Registro: Registro comercial, Juzgado de Distrito Bratislava I, Sección Sro, Archivo 62765/B

11. Modo de uso

Este informe muestra la estimación de la energía solar en la fase de puesta en marcha de un sistema fotovoltaico. Las estimaciones son lo suficientemente precisas para sistemas FV pequeños y medianos. Para simulaciones con seguidores solares, sólo se presentan opciones teóricas sin considerar 'backtracking' ni sombreado. Para la planificación y financiación de grandes proyectos, es necesaria más información:

1. Distribución estadística e incertidumbre de la radiación solar.
2. Especificación detallada del sistema FV
3. Variabilidad interanual e incertidumbre P90 de la producción FV
4. Ciclo de vida de la producción energética teniendo en cuenta la degradación del rendimiento de los componentes FV. Puede encontrar más información acerca del cálculo completo de la producción FV en: <http://solargis.com/products/pv-yield-assessment-study/>.

12. Responsabilidad e información legal

Dada la naturaleza fluctuante del clima, los cambios inter- anuales del mismo, y la incertidumbre en las medidas y los procedimientos de cálculo aplicados, Solargis s.r.o. no puede garantizar totalmente la exactitud de sus datos. No obstante, se ha puesto el máximo empeño en el cálculo preciso de las condiciones climáticas basándose en los mejores datos, software y conocimiento disponibles. Solargis s.r.o. no se responsabiliza de ningún daño ocasionado directa o indirectamente como consecuencia del uso del informe proporcionado.

Este informe es propiedad de © 2016 Solargis s.r.o., todos los derechos reservados.
Solargis® es una marca registrada de Solargis s.r.o.

13. Información de contacto

Este informe ha sido generado por SUNCO ENERGY, S.L., C/Bergueda 1 A-3, 08820, BARCELONA, Spain,
<http://www.suncosystems.com>.

Este documento está firmado electrónicamente por Solargis s.r.o..

EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA

Número del informe: PV-29361-1611-221
Fecha: 12 de noviembre de 2016 16:39 (UTC)

1. Descripción del emplazamiento

Nombre del sitio: Barcelona, España

Coordenadas: **41° 22' 51.13" N, 02° 10' 33.08" E**
Elevación: 22 m
Pendiente: 3°
Orientación: 198° sur

Irradiación global anual en plano inclinado: **1911 kWh/m²**
Temperatura ambiente anual a 2 m: **16.2 °C**

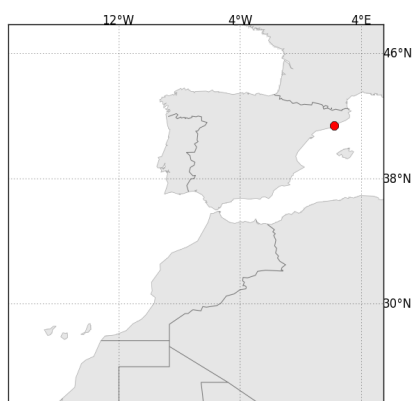
2. Descripción del sistema FV

Potencia instalada: **50.0 kWp**
Tipo de módulos: silicio cristalino (c-Si)
Estructura: **estructura fija, sobreelevada**
Orient./Incl.: **180° (sur) / 36°**
Efic. (Euro) inversor: 97.5%
Pérdidas DC/AC: 5.5% / 1.5%
Disponibilidad: 99.0%

Producción eléctrica anual media: **76.6 MWh**
Rendimiento medio: **80.0%**

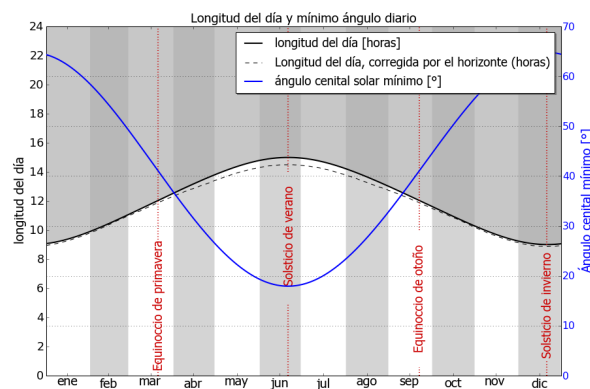
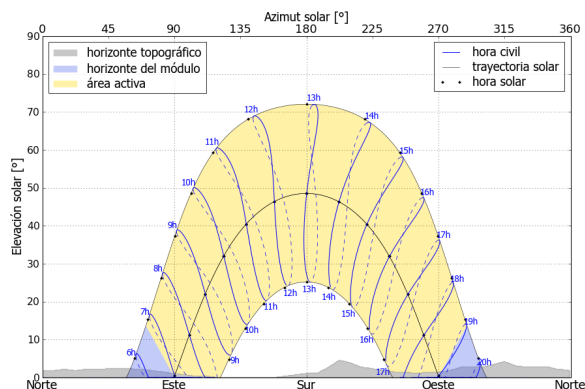
Localización en el mapa: <http://solargis.info/imaps/#tl=Google:satellite&loc=41.3808700274,2.17585623264&z=18>

3. Localización geográfica



Google Maps © 2016 Google

4. Horizonte topográfico y longitud del día



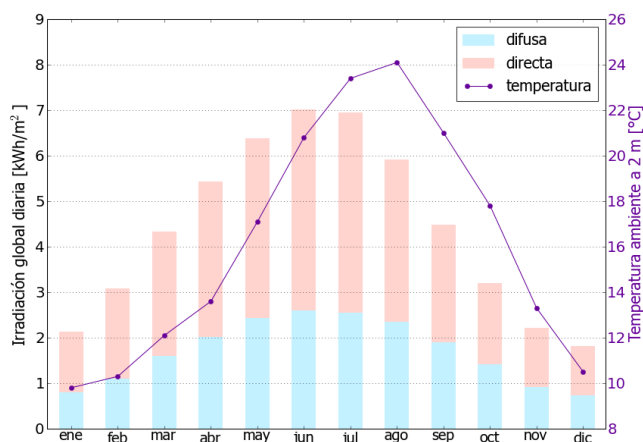
Izquierda: Trayectoria solar anual. El horizonte topográfico (en gris) y el horizonte del módulo (en azul) pueden dar lugar a ocultaciones solares. Los puntos negros muestran el tiempo solar verdadero. Las etiquetas en azul indican la hora civil local.

Derecha: Duración del día y ángulo cenital solar a lo largo del año. Si el horizonte local no es nulo, la duración real del día (tiempo en que el Sol está por encima del horizonte local) es menor que la duración astronómica.

Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.3809°/2.1759°
sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 36°

5. Irradiación global horizontal y temperatura ambiente - referencia climática

Mes	Gh _m	Gh _d	Dh _d	T ₂₄
ene	66	2.13	0.80	9.8
feb	87	3.09	1.10	10.3
mar	134	4.33	1.60	12.1
abr	163	5.43	2.02	13.6
may	198	6.38	2.43	17.1
jun	211	7.02	2.60	20.8
jul	216	6.95	2.55	23.4
ago	183	5.91	2.35	24.1
sep	134	4.48	1.90	21.0
oct	99	3.20	1.41	17.8
nov	67	2.22	0.92	13.3
dic	57	1.82	0.73	10.5
año	1614	4.42	1.70	16.2



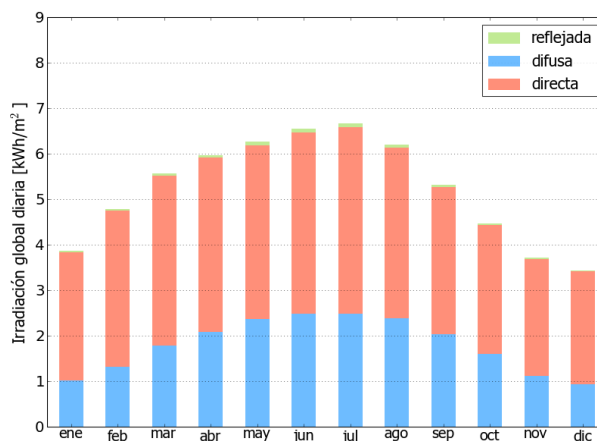
Medias anuales:

Gh_m Irradiación global mensual [kWh/m²]
Gh_d Irradiación global diaria [kWh/m²]
Dh_d Irradiación difusa diaria [kWh/m²]
T₂₄ Temperatura ambiente diaria (diurna) [°C]

6. Irradiación global en plano inclinado

Superficie fija, azimut 180° (sur), inclinación. 36°

Mes	Gi _m	Gi _d	Di _d	Ri _d	Sh _{loss}
ene	119	3.86	1.01	0.03	0.2
feb	134	4.79	1.32	0.04	0.2
mar	173	5.56	1.78	0.05	0.2
abr	179	5.97	2.09	0.06	0.2
may	194	6.26	2.37	0.08	0.3
jun	197	6.55	2.48	0.08	0.3
jul	207	6.66	2.48	0.08	0.2
ago	192	6.20	2.38	0.07	0.3
sep	160	5.32	2.03	0.05	0.3
oct	138	4.47	1.60	0.04	0.3
nov	112	3.72	1.11	0.03	0.2
dic	107	3.44	0.93	0.02	0.2
año	1911	5.24	1.80	0.05	0.2



Medias mensuales:

Gi_m Irradiación global mensual [kWh/m²]
Gi_d Irradiación global diaria [kWh/m²]
Di_d Irradiación difusa diaria [kWh/m²]
Ri_d Irradiación reflejada diaria [kWh/m²]

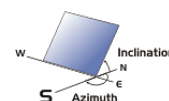
Sh_{loss} Pérdidas de irradiación global por sombreado topográfico [%]

Irradiación global anual media para diferentes tipos de superficie:

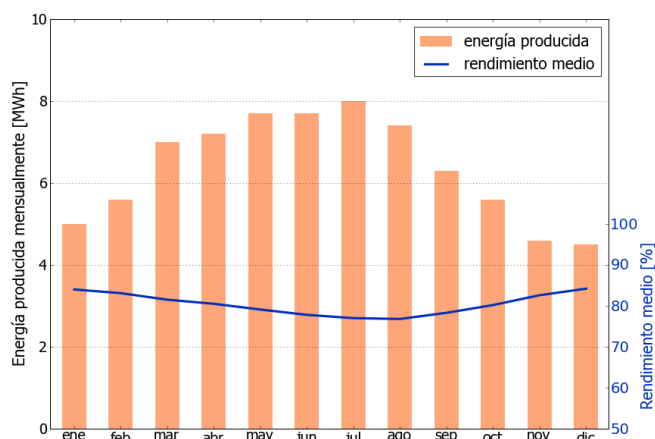
	kWh/m²	relativo a la inclinación óptima
Horizontal	1614	84.4%
Con inclinación óptima (36°)	1911	100.0%
Seguimiento a 2 ejes	2472	129.3%
Su opción	1911	100.0%

Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.3809°/2.1759°
sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 36°

7. Producción eléctrica FV inicial



Mes	Es _m	Es _d	Et _m	E _{share}	PR
ene	101	3.24	5.0	6.6	84.0
feb	112	3.99	5.6	7.3	83.1
mar	141	4.55	7.0	9.2	81.5
abr	145	4.82	7.2	9.4	80.5
may	154	4.97	7.7	10.1	79.1
jun	154	5.12	7.7	10.0	77.8
jul	159	5.14	8.0	10.4	77.0
ago	148	4.77	7.4	9.7	76.8
sep	125	4.18	6.3	8.2	78.3
oct	111	3.59	5.6	7.3	80.2
nov	92	3.08	4.6	6.0	82.6
dic	90	2.90	4.5	5.9	84.2
año	1532	4.20	76.6	100.0	80.0



Medias mensuales:

Es_m Producción eléctrica específica mensual total [kWh/kWp]
Es_d Producción eléctrica específica diaria total [kWh/kWp]
Et_m Producción eléctrica mensual total [MWh]

E_{share} Percentage mensual de producción eléctrica [%]
PR Rendimiento [%]

8. Pérdidas y rendimiento del sistema

Fase en la conversión de energía	Energía producida [kWh/kWp]	Pérdidas [kWh/kWp]	Pérdidas [%]	Rendimiento [parcial %]	Rendimiento [acumul. %]
1. Irrad. global incidente en la superficie (entrada)	1916	-	-	100.0	100.0
2. Irrad. global reducida por el sombreado topográfico	1911	-5	-0.2	99.8	99.8
3. Irrad. global reducida por la reflectividad	1861	-50	-2.6	97.4	97.1
4. Conversión DC en los módulos	1705	-156	-8.4	91.6	89.0
5. Otras pérdidas DC	1611	-94	-5.5	94.5	84.1
6. Inversores (conversión DC/AC)	1571	-40	-2.5	97.5	82.0
7. Pérdidas en AC en el transformador y el cableado	1547	-24	-1.5	98.5	80.8
8. Disponibilidad reducida	1532	-16	-1.0	99.0	79.9
Rendimiento total del sistema	1532	-384	-20.1	-	79.9

Fases de conversión de la energía y pérdidas asociadas:

1. Se asume una producción inicial bajo condiciones estándar de operación,
2. Reducción de la irradiación global debido a obstrucciones por el horizonte topográfico y otros módulos FV,
3. Proporción de irradiación global que es reflejada por la superficie de los módulos FV (típicamente, cristalinos),
4. Pérdidas en los módulos debido a la conversión de radiación solar en corriente continua (DC); cambio de la eficiencia por desvío de las condiciones estándar de operación,
5. Pérdidas DC: desajuste entre módulos FV, pérdidas de calor en los cables y conexiones, pérdidas debidas a suciedad, nieve, hielo y auto-sombreado de los módulos FV,
6. Este paso considera la eficiencia (Euro) para aproximar las pérdidas promedio en el inversor,
7. Las pérdidas en la sección AC y el transformador (donde sea aplicable) dependen de la arquitectura del sistema,
8. El parámetro de disponibilidad asume pérdidas debido a periodos de inactividad causados por operaciones de mantenimiento o fallos.

Las pérdidas en los pasos 2 y 4 están modeladas numéricamente en pvPlanner. Las pérdidas en los pasos 5 y 8 deben ser calculadas por el usuario. Los modelos de simulación tienen incertidumbres inherentes que no se contemplan en este informe. Si desea evaluar posibles riesgos, puede encontrar información adicional sobre los métodos de simulación empleados y las incertidumbres asociadas en <http://solargis.com/products/pvplanner/>.

Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.3809°/2.1759°
sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 36°

9. Solargis v21a - descripción de la base de datos

Solargis es una base de datos climáticos de alta resolución operada por Solargis s.r.o.. Las capas de información incluyen la radiación solar, la temperatura ambiente y datos del terreno (altura y horizonte).

Temperatura ambiente a 2 m: obtenida a partir de los reanálisis del CFSR (© NOAA NCEP, USA); años: 1994 - 2011; refinado a valores cada 15 minutos. Los datos han sido tratados topográficamente (la resolución de 1 km) para incluir la alta variabilidad espacial del terreno.

Radiación solar: obtenida a partir de los datos atmosféricos y del datos de satélite:

- Meteosat PRIME satélite (© EUMETSAT, Alemania) 1994 - 2015, los valores de 15 minutos o 30 minutos para Europa, África y Oriente Medio,
- Meteosat IODC satélite (© EUMETSAT, Alemania) 1999 - 2015, 30 - valores de minutos para Asia,
- GOES EAST satélite (© NOAA, USA) 1999 - 2015, 30 minutos los valores de América,
- GOES WEST satélite (© NOAA, USA) 1999 - 2015, 30 minutos los valores de América y Pacífico,
- MTSAT satélite (© JMA, Japón) 2007 - 2015, los valores de 30 minutos para el Pacífico,
- MACC-II/CAMS (© ECMWF, UK) 2003 - 2015, los datos atmosféricos,
- GFS (© NOAA, USA), 1994 - 2015, los datos atmosféricos,
- MERRA-2 (© NASA, USA), 1994 - 2002, los datos atmosféricos.

Esta evaluación asume años de 365 días. Ocasionalmente, pueden aparecer errores de redondeo numérico que no son atribuibles a defectos del algoritmo aplicado. Puede consultar información adicional sobre los datos, algoritmos y la incertidumbre aplicados en: <http://solargis.com/products/pvplanner/>.

10. Proveedor del servicio

Solargis s.r.o. , Milana Marečka 3, 84108 Bratislava, Eslovaquia; ID del proveedor: 45 354 766, CIF: SK2022962766; Registro: Registro comercial, Juzgado de Distrito Bratislava I, Sección Sro, Archivo 62765/B

11. Modo de uso

Este informe muestra la estimación de la energía solar en la fase de puesta en marcha de un sistema fotovoltaico. Las estimaciones son lo suficientemente precisas para sistemas FV pequeños y medianos. Para simulaciones con seguidores solares, sólo se presentan opciones teóricas sin considerar 'backtracking' ni sombreado. Para la planificación y financiación de grandes proyectos, es necesaria más información:

1. Distribución estadística e incertidumbre de la radiación solar.
2. Especificación detallada del sistema FV
3. Variabilidad interanual e incertidumbre P90 de la producción FV
4. Ciclo de vida de la producción energética teniendo en cuenta la degradación del rendimiento de los componentes FV. Puede encontrar más información acerca del cálculo completo de la producción FV en: <http://solargis.com/products/pv-yield-assessment-study/>.

12. Responsabilidad e información legal

Dada la naturaleza fluctuante del clima, los cambios inter-anales del mismo, y la incertidumbre en las medidas y los procedimientos de cálculo aplicados, Solargis s.r.o. no puede garantizar totalmente la exactitud de sus datos. No obstante, se ha puesto el máximo empeño en el cálculo preciso de las condiciones climáticas basándose en los mejores datos, software y conocimiento disponibles. Solargis s.r.o. no se responsabiliza de ningún daño ocasionado directa o indirectamente como consecuencia del uso del informe proporcionado.

Este informe es propiedad de © 2016 Solargis s.r.o., todos los derechos reservados.
Solargis® es una marca registrada de Solargis s.r.o.

13. Información de contacto

Este informe ha sido generado por SUNCO ENERGY, S.L., C/Bergueda 1 A-3, 08820, BARCELONA, Spain,
<http://www.suncosystems.com>.

Este documento está firmado electrónicamente por Solargis s.r.o..

EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA

Número del informe: PV-29361-1611-235
Fecha: 12 de noviembre de 2016 16:45 (UTC)

1. Descripción del emplazamiento

Nombre del sitio: Barcelona, España

Coordenadas: **41° 23' 14.91" N, 02° 10' 56.81" E**
Elevación: 17 m
Pendiente: 0°
Orientación: 360° norte

Irradiación global anual en plano inclinado: **1914 kWh/m²**
Temperatura ambiente anual a 2 m: **16.2 °C**

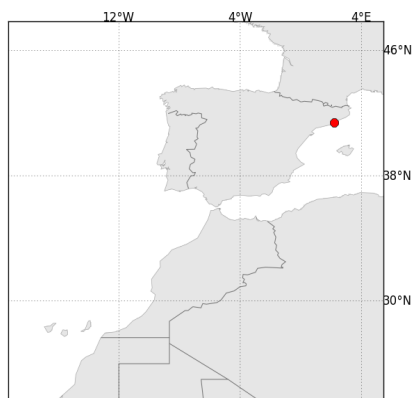
2. Descripción del sistema FV

Potencia instalada: **50.0 kWp**
Tipo de módulos: silicio cristalino (**c-Si**)
Estructura: **estructura fija, sobreelevada**
Orient./Incl.: **180° (sur) / 36°**
Efic. (Euro) inversor: 97.5%
Pérdidas DC/AC: 5.5% / 1.5%
Disponibilidad: 99.0%

Producción eléctrica anual media: **76.7 MWh**
Rendimiento medio: **80.0%**

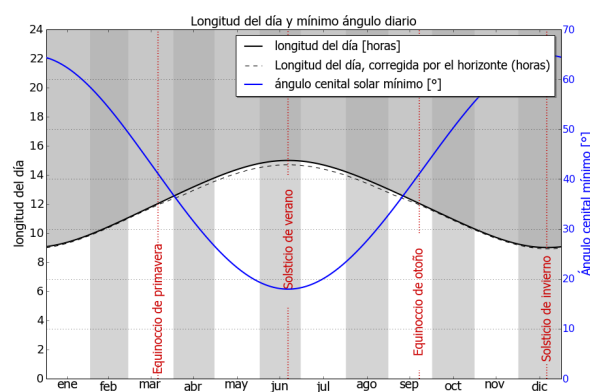
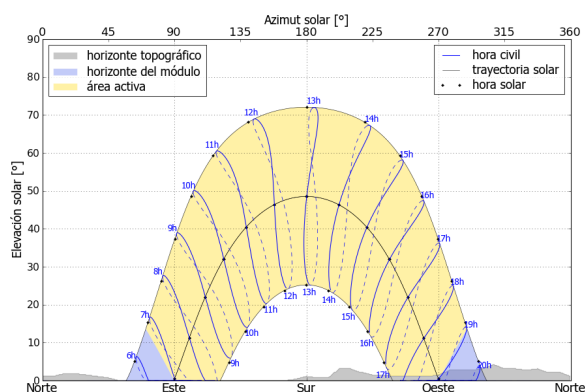
Localización en el mapa: <http://solargis.info/imaps/#tl=Google:satellite&loc=41.3874742318,2.1824477613&z=18>

3. Localización geográfica



Google Maps © 2016 Google

4. Horizonte topográfico y longitud del día



Izquierda: Trayectoria solar anual. El horizonte topográfico (en gris) y el horizonte del módulo (en azul) pueden dar lugar a ocultaciones solares. Los puntos negros muestran el tiempo solar verdadero. Las etiquetas en azul indican la hora civil local.

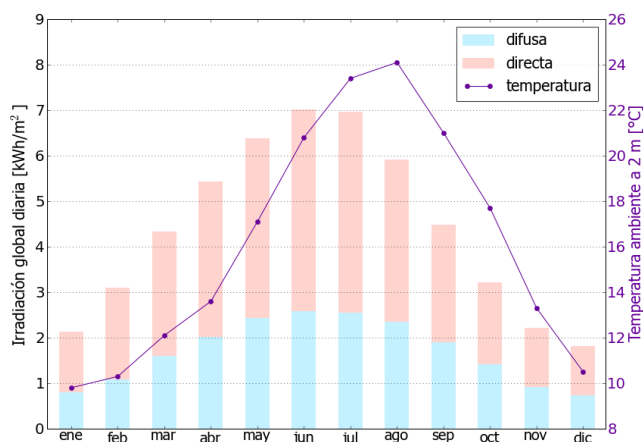
Derecha: Duración del día y ángulo cenital solar a lo largo del año. Si el horizonte local no es nulo, la duración real del día (tiempo en que el Sol está por encima del horizonte local) es menor que la duración astronómica.

Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.3875°/2.1824°

sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 36°

5. Irradiación global horizontal y temperatura ambiente - referencia climática

Mes	Gh _m	Gh _d	Dh _d	T ₂₄
ene	66	2.13	0.80	9.8
feb	87	3.10	1.09	10.3
mar	135	4.34	1.60	12.1
abr	163	5.43	2.02	13.6
may	198	6.39	2.43	17.1
jun	211	7.02	2.59	20.8
jul	216	6.96	2.55	23.4
ago	183	5.91	2.35	24.1
sep	134	4.48	1.90	21.0
oct	99	3.21	1.41	17.7
nov	67	2.22	0.92	13.3
dic	57	1.82	0.73	10.5
año	1615	4.42	1.70	16.2



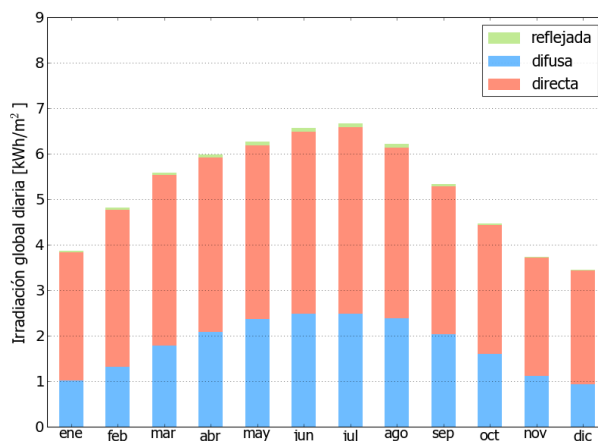
Medias anuales:

Gh _m	Irradiación global mensual [kWh/m²]
Gh _d	Irradiación global diaria [kWh/m²]
Dh _d	Irradiación difusa diaria [kWh/m²]
T ₂₄	Temperatura ambiente diaria (diurna) [°C]

6. Irradiación global en plano inclinado

Superficie fija, azimut 180° (sur), inclinación. 36°

Mes	Gi _m	Gi _d	Di _d	Ri _d	Sh _{loss}
ene	120	3.87	1.01	0.03	0.1
feb	134	4.81	1.32	0.04	0.1
mar	173	5.58	1.78	0.05	0.2
abr	179	5.98	2.09	0.06	0.2
may	194	6.27	2.37	0.08	0.2
jun	197	6.56	2.48	0.08	0.2
jul	207	6.67	2.48	0.08	0.2
ago	193	6.21	2.38	0.07	0.2
sep	160	5.33	2.03	0.05	0.2
oct	139	4.47	1.60	0.04	0.2
nov	112	3.74	1.12	0.03	0.2
dic	107	3.45	0.93	0.02	0.1
año	1914	5.25	1.80	0.05	0.2



Medias mensuales:

Gi _m	Irradiación global mensual [kWh/m²]
Gi _d	Irradiación global diaria [kWh/m²]
Di _d	Irradiación difusa diaria [kWh/m²]
Ri _d	Irradiación reflejada diaria [kWh/m²]

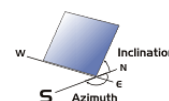
Sh_{loss} Pérdidas de irradiación global por sombreado topográfico [%]

Irradiación global anual media para diferentes tipos de superficie:

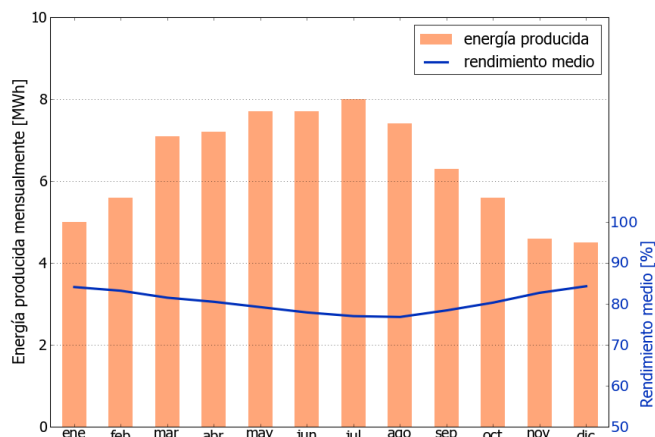
	kWh/m²	relativo a la inclinación óptima
Horizontal	1615	84.4%
Con inclinación óptima (36°)	1914	100.0%
Seguimiento a 2 ejes	2477	129.4%
Su opción	1914	100.0%

Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.3875°/2.1824°
sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 36°

7. Producción eléctrica FV inicial



Mes	Es _m	Es _d	Et _m	E _{share}	PR
ene	101	3.25	5.0	6.6	84.1
feb	112	4.00	5.6	7.3	83.2
mar	141	4.56	7.1	9.2	81.5
abr	145	4.82	7.2	9.4	80.5
may	154	4.97	7.7	10.1	79.2
jun	154	5.12	7.7	10.0	77.9
jul	160	5.15	8.0	10.4	77.0
ago	148	4.78	7.4	9.7	76.8
sep	126	4.19	6.3	8.2	78.4
oct	112	3.60	5.6	7.3	80.3
nov	93	3.09	4.6	6.0	82.7
dic	90	2.91	4.5	5.9	84.3
año	1534	4.20	76.7	100.0	80.0



Medias mensuales:

Es_m Producción eléctrica específica mensual total [kWh/kWp]
Es_d Producción eléctrica específica diaria total [kWh/kWp]
Et_m Producción eléctrica mensual total [MWh]

E_{share} Percentage mensual de producción eléctrica [%]
PR Rendimiento [%]

8. Pérdidas y rendimiento del sistema

Fase en la conversión de energía	Energía producida [kWh/kWp]	Pérdidas [kWh/kWp]	Pérdidas [%]	Rendimiento	
				[parcial %]	[acumul. %]
1. Irrad. global incidente en la superficie (entrada)	1918	-	-	100.0	100.0
2. Irrad. global reducida por el sombreado topográfico	1914	-3	-0.2	99.8	99.8
3. Irrad. global reducida por la reflectividad	1864	-50	-2.6	97.4	97.2
4. Conversión DC en los módulos	1707	-157	-8.4	91.6	89.0
5. Otras pérdidas DC	1614	-94	-5.5	94.5	84.1
6. Inversores (conversión DC/AC)	1573	-40	-2.5	97.5	82.0
7. Pérdidas en AC en el transformador y el cableado	1550	-24	-1.5	98.5	80.8
8. Disponibilidad reducida	1534	-16	-1.0	99.0	80.0
Rendimiento total del sistema	1534	-384	-20.0	-	80.0

Fases de conversión de la energía y pérdidas asociadas:

1. Se asume una producción inicial bajo condiciones estándar de operación,
2. Reducción de la irradiación global debido a obstrucciones por el horizonte topográfico y otros módulos FV,
3. Proporción de irradiación global que es reflejada por la superficie de los módulos FV (típicamente, cristalinos),
4. Pérdidas en los módulos debido a la conversión de radiación solar en corriente continua (DC); cambio de la eficiencia por desvío de las condiciones estándar de operación,
5. Pérdidas DC: desajuste entre módulos FV, pérdidas de calor en los cables y conexiones, pérdidas debidas a suciedad, nieve, hielo y auto-sombreado de los módulos FV,
6. Este paso considera la eficiencia (Euro) para aproximar las pérdidas promedio en el inversor,
7. Las pérdidas en la sección AC y el transformador (donde sea aplicable) dependen de la arquitectura del sistema,
8. El parámetro de disponibilidad asume pérdidas debido a periodos de inactividad causados por operaciones de mantenimiento o fallos.

Las pérdidas en los pasos 2 y 4 están modeladas numéricamente en pvPlanner. Las pérdidas en los pasos 5 y 8 deben ser calculadas por el usuario. Los modelos de simulación tienen incertidumbres inherentes que no se contemplan en este informe. Si desea evaluar posibles riesgos, puede encontrar información adicional sobre los métodos de simulación empleados y las incertidumbres asociadas en <http://solargis.com/products/pvplanner/>.

Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.3875°/2.1824°
sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 36°

9. Solargis v21a - descripción de la base de datos

Solargis es una base de datos climáticos de alta resolución operada por Solargis s.r.o.. Las capas de información incluyen la radiación solar, la temperatura ambiente y datos del terreno (altura y horizonte).

Temperatura ambiente a 2 m: obtenida a partir de los reanálisis del CFSR (© NOAA NCEP, USA); años: 1994 - 2011; refinado a valores cada 15 minutos. Los datos han sido tratados topográficamente (la resolución de 1 km) para incluir la alta variabilidad espacial del terreno.

Radiación solar: obtenida a partir de los datos atmosféricos y del datos de satélite:

- Meteosat PRIME satélite (© EUMETSAT, Alemania) 1994 - 2015, los valores de 15 minutos o 30 minutos para Europa, África y Oriente Medio,
- Meteosat IODC satélite (© EUMETSAT, Alemania) 1999 - 2015, 30 - valores de minutos para Asia,
- GOES EAST satélite (© NOAA, USA) 1999 - 2015, 30 minutos los valores de América,
- GOES WEST satélite (© NOAA, USA) 1999 - 2015, 30 minutos los valores de América y Pacífico,
- MTSAT satélite (© JMA, Japón) 2007 - 2015, los valores de 30 minutos para el Pacífico,
- MACC-II/CAMS (© ECMWF, UK) 2003 - 2015, los datos atmosféricos,
- GFS (© NOAA, USA), 1994 - 2015, los datos atmosféricos,
- MERRA-2 (© NASA, USA), 1994 - 2002, los datos atmosféricos.

Esta evaluación asume años de 365 días. Ocasionalmente, pueden aparecer errores de redondeo numérico que no son atribuibles a defectos del algoritmo aplicado. Puede consultar información adicional sobre los datos, algoritmos y la incertidumbre aplicados en: <http://solargis.com/products/pvplanner/>.

10. Proveedor del servicio

Solargis s.r.o. , Milana Marečka 3, 84108 Bratislava, Eslovaquia; ID del proveedor: 45 354 766, CIF: SK2022962766; Registro: Registro comercial, Juzgado de Distrito Bratislava I, Sección Sro, Archivo 62765/B

11. Modo de uso

Este informe muestra la estimación de la energía solar en la fase de puesta en marcha de un sistema fotovoltaico. Las estimaciones son lo suficientemente precisas para sistemas FV pequeños y medianos. Para simulaciones con seguidores solares, sólo se presentan opciones teóricas sin considerar 'backtracking' ni sombreado. Para la planificación y financiación de grandes proyectos, es necesaria más información:

1. Distribución estadística e incertidumbre de la radiación solar.
2. Especificación detallada del sistema FV
3. Variabilidad interanual e incertidumbre P90 de la producción FV
4. Ciclo de vida de la producción energética teniendo en cuenta la degradación del rendimiento de los componentes FV. Puede encontrar más información acerca del cálculo completo de la producción FV en: <http://solargis.com/products/pv-yield-assessment-study/>.

12. Responsabilidad e información legal

Dada la naturaleza fluctuante del clima, los cambios inter-anales del mismo, y la incertidumbre en las medidas y los procedimientos de cálculo aplicados, Solargis s.r.o. no puede garantizar totalmente la exactitud de sus datos. No obstante, se ha puesto el máximo empeño en el cálculo preciso de las condiciones climáticas basándose en los mejores datos, software y conocimiento disponibles. Solargis s.r.o. no se responsabiliza de ningún daño ocasionado directa o indirectamente como consecuencia del uso del informe proporcionado.

Este informe es propiedad de © 2016 Solargis s.r.o., todos los derechos reservados.
Solargis® es una marca registrada de Solargis s.r.o.

13. Información de contacto

Este informe ha sido generado por SUNCO ENERGY, S.L., C/Bergueda 1 A-3, 08820, BARCELONA, Spain,
<http://www.suncosystems.com>.

Este documento está firmado electrónicamente por Solargis s.r.o..

EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA

Número del informe: PV-29361-1611-247

Fecha: 12 de noviembre de 2016 16:53 (UTC)

1. Descripción del emplazamiento

Nombre del sitio: Barcelona, España

Coordenadas: **41° 22' 54.57" N, 02° 11' 16.25" E**

Elevación: 14 m

Pendiente: 6°

Orientación: 271° oeste

Irradiación global anual en plano inclinado: **1901 kWh/m²**

Temperatura ambiente anual a 2 m: **16.2 °C**

2. Descripción del sistema FV

Potencia instalada: **50.0 kWp**

Tipo de módulos: silicio cristalino (c-Si)

Estructura: **estructura fija, sobreelevada**

Orient./Incl.: **180° (sur) / 36°**

Efic. (Euro) inversor: 97.5%

Pérdidas DC/AC: 5.5% / 1.5%

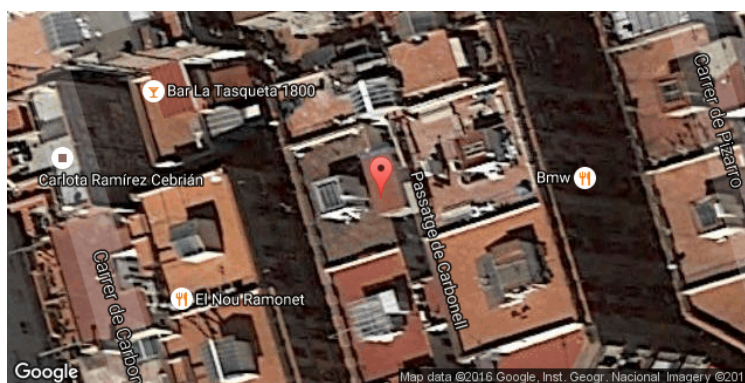
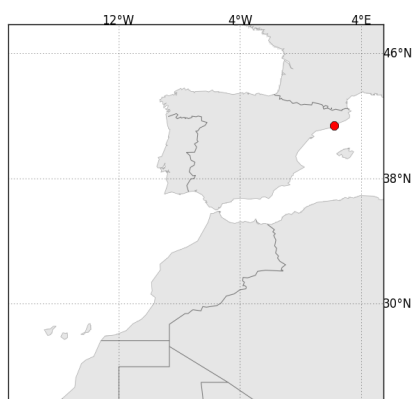
Disponibilidad: 99.0%

Producción eléctrica anual media: **76.2 MWh**

Rendimiento medio: **79.6%**

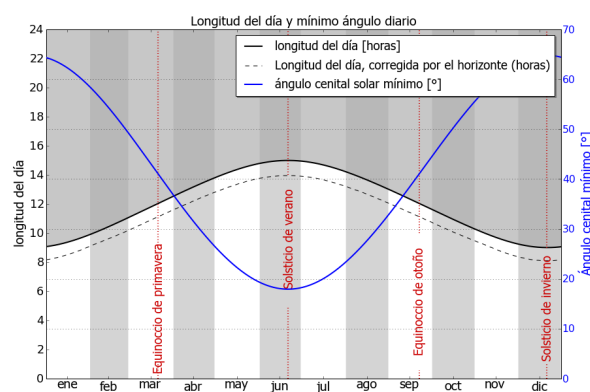
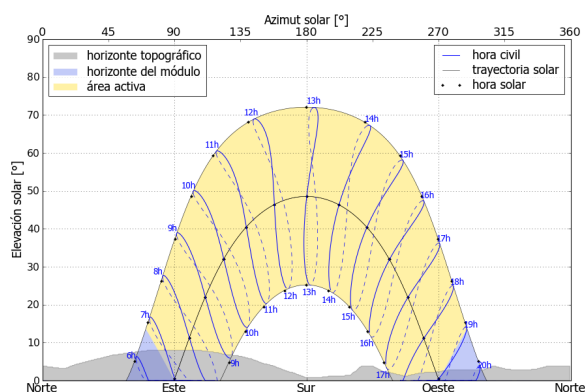
Localización en el mapa: <http://solargis.info/imaps/#tl=Google:satellite&loc=41.3818263339,2.18784838915&z=20>

3. Localización geográfica



Google Maps © 2016 Google

4. Horizonte topográfico y longitud del día



Izquierda: Trayectoria solar anual. El horizonte topográfico (en gris) y el horizonte del módulo (en azul) pueden dar lugar a ocultaciones solares. Los puntos negros muestran el tiempo solar verdadero. Las etiquetas en azul indican la hora civil local.

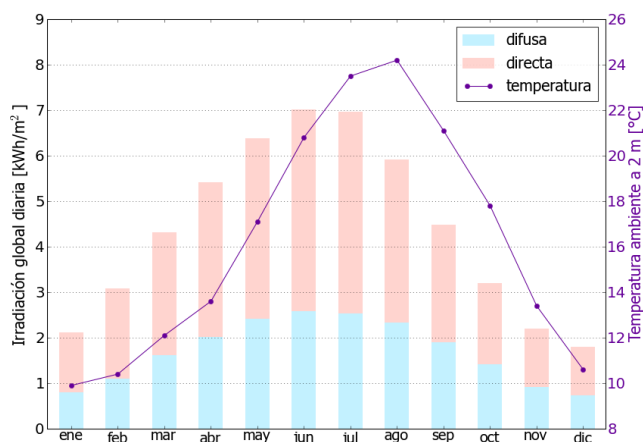
Derecha: Duración del día y ángulo cenital solar a lo largo del año. Si el horizonte local no es nulo, la duración real del día (tiempo en que el Sol está por encima del horizonte local) es menor que la duración astronómica.

Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.3818°/2.1878°

sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 36°

5. Irradiación global horizontal y temperatura ambiente - referencia climática

Mes	Gh _m	Gh _d	Dh _d	T ₂₄
ene	66	2.12	0.80	9.9
feb	86	3.08	1.10	10.4
mar	134	4.32	1.61	12.1
abr	162	5.41	2.02	13.6
may	198	6.38	2.42	17.1
jun	211	7.02	2.59	20.8
jul	216	6.96	2.54	23.5
ago	184	5.92	2.34	24.2
sep	134	4.48	1.90	21.1
oct	99	3.20	1.41	17.8
nov	66	2.20	0.92	13.4
dic	56	1.80	0.73	10.6
año	1611	4.41	1.70	16.2



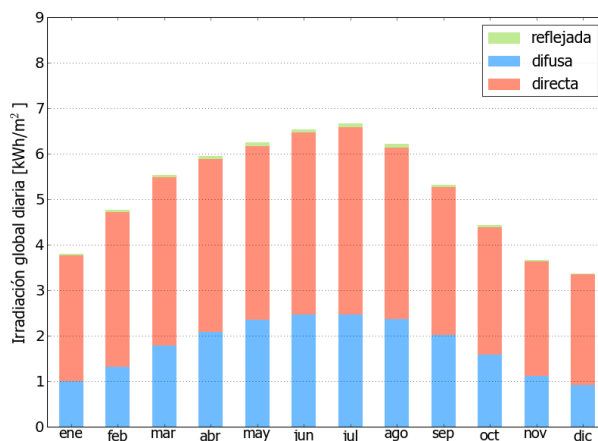
Medias anuales:

Gh _m	Irradiación global mensual [kWh/m²]
Gh _d	Irradiación global diaria [kWh/m²]
Dh _d	Irradiación difusa diaria [kWh/m²]
T ₂₄	Temperatura ambiente diaria (diurna) [°C]

6. Irradiación global en plano inclinado

Superficie fija, azimut 180° (sur), inclinación. 36°

Mes	Gi _m	Gi _d	Di _d	Ri _d	Sh _{loss}
ene	118	3.80	1.00	0.03	1.2
feb	133	4.76	1.31	0.04	0.7
mar	172	5.54	1.78	0.05	0.6
abr	178	5.95	2.08	0.06	0.6
may	194	6.25	2.35	0.08	0.6
jun	196	6.54	2.46	0.08	0.6
jul	206	6.66	2.46	0.08	0.6
ago	192	6.21	2.36	0.07	0.6
sep	159	5.31	2.01	0.05	0.7
oct	137	4.43	1.59	0.04	0.8
nov	110	3.67	1.11	0.03	1.1
dic	105	3.37	0.92	0.02	1.4
año	1901	5.21	1.79	0.05	0.7



Medias mensuales:

Gi _m	Irradiación global mensual [kWh/m²]
Gi _d	Irradiación global diaria [kWh/m²]
Di _d	Irradiación difusa diaria [kWh/m²]
Ri _d	Irradiación reflejada diaria [kWh/m²]

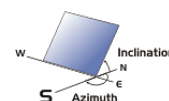
Sh_{loss} Pérdidas de irradiación global por sombreado topográfico [%]

Irradiación global anual media para diferentes tipos de superficie:

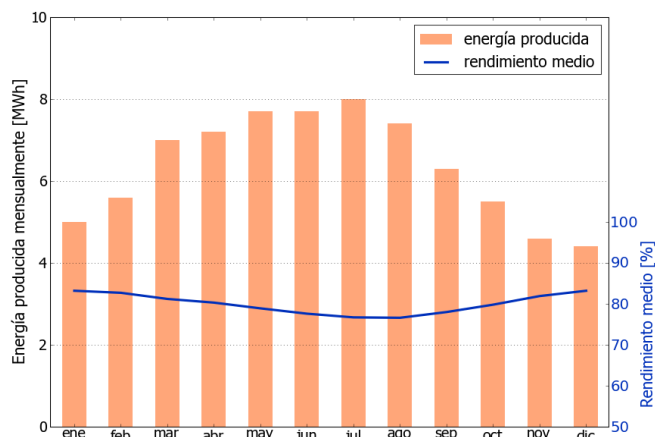
	kWh/m²	relativo a la inclinación óptima
Horizontal	1611	84.7%
Con inclinación óptima (36°)	1901	100.0%
Seguimiento a 2 ejes	2445	128.6%
Su opción	1901	100.0%

Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.3818°/2.1878°
sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 36°

7. Producción eléctrica FV inicial



Mes	Es _m	Es _d	Et _m	E _{share}	PR
ene	99	3.19	5.0	6.5	83.2
feb	111	3.96	5.6	7.3	82.7
mar	140	4.53	7.0	9.2	81.2
abr	144	4.80	7.2	9.5	80.3
may	154	4.96	7.7	10.1	78.9
jun	153	5.11	7.7	10.1	77.6
jul	159	5.14	8.0	10.5	76.7
ago	148	4.78	7.4	9.7	76.6
sep	125	4.17	6.3	8.2	78.0
oct	111	3.56	5.5	7.3	79.8
nov	91	3.03	4.6	6.0	81.9
dic	88	2.85	4.4	5.8	83.2
año	1524	4.17	76.2	100.0	79.6



Medias mensuales:

Es_m Producción eléctrica específica mensual total [kWh/kWp]
Es_d Producción eléctrica específica diaria total [kWh/kWp]
Et_m Producción eléctrica mensual total [MWh]

E_{share} Percentage mensual de producción eléctrica [%]
PR Rendimiento [%]

8. Pérdidas y rendimiento del sistema

Fase en la conversión de energía	Energía producida [kWh/kWp]	Pérdidas [kWh/kWp]	Pérdidas [%]	Rendimiento [parcial %]	Rendimiento [acumul. %]
1. Irrad. global incidente en la superficie (entrada)	1915	-	-	100.0	100.0
2. Irrad. global reducida por el sombreado topográfico	1901	-14	-0.7	99.3	99.3
3. Irrad. global reducida por la reflectividad	1852	-50	-2.6	97.4	96.7
4. Conversión DC en los módulos	1696	-156	-8.4	91.6	88.5
5. Otras pérdidas DC	1603	-93	-5.5	94.5	83.7
6. Inversores (conversión DC/AC)	1562	-40	-2.5	97.5	81.6
7. Pérdidas en AC en el transformador y el cableado	1539	-23	-1.5	98.5	80.4
8. Disponibilidad reducida	1524	-15	-1.0	99.0	79.6
Rendimiento total del sistema	1524	-392	-20.4	-	79.6

Fases de conversión de la energía y pérdidas asociadas:

1. Se asume una producción inicial bajo condiciones estándar de operación,
2. Reducción de la irradiación global debido a obstrucciones por el horizonte topográfico y otros módulos FV,
3. Proporción de irradiación global que es reflejada por la superficie de los módulos FV (típicamente, cristalinos),
4. Pérdidas en los módulos debido a la conversión de radiación solar en corriente continua (DC); cambio de la eficiencia por desvío de las condiciones estándar de operación,
5. Pérdidas DC: desajuste entre módulos FV, pérdidas de calor en los cables y conexiones, pérdidas debidas a suciedad, nieve, hielo y auto-sombreado de los módulos FV,
6. Este paso considera la eficiencia (Euro) para aproximar las pérdidas promedio en el inversor,
7. Las pérdidas en la sección AC y el transformador (donde sea aplicable) dependen de la arquitectura del sistema,
8. El parámetro de disponibilidad asume pérdidas debido a periodos de inactividad causados por operaciones de mantenimiento o fallos.

Las pérdidas en los pasos 2 y 4 están modeladas numéricamente en pvPlanner. Las pérdidas en los pasos 5 y 8 deben ser calculadas por el usuario. Los modelos de simulación tienen incertidumbres inherentes que no se contemplan en este informe. Si desea evaluar posibles riesgos, puede encontrar información adicional sobre los métodos de simulación empleados y las incertidumbres asociadas en <http://solargis.com/products/pvplanner/>.

Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.3818°/2.1878°
sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 36°

9. Solargis v21a - descripción de la base de datos

Solargis es una base de datos climáticos de alta resolución operada por Solargis s.r.o.. Las capas de información incluyen la radiación solar, la temperatura ambiente y datos del terreno (altura y horizonte).

Temperatura ambiente a 2 m: obtenida a partir de los reanálisis del CFSR (© NOAA NCEP, USA); años: 1994 - 2011; refinado a valores cada 15 minutos. Los datos han sido tratados topográficamente (la resolución de 1 km) para incluir la alta variabilidad espacial del terreno.

Radiación solar: obtenida a partir de los datos atmosféricos y del datos de satélite:

- Meteosat PRIME satélite (© EUMETSAT, Alemania) 1994 - 2015, los valores de 15 minutos o 30 minutos para Europa, África y Oriente Medio,
- Meteosat IODC satélite (© EUMETSAT, Alemania) 1999 - 2015, 30 - valores de minutos para Asia,
- GOES EAST satélite (© NOAA, USA) 1999 - 2015, 30 minutos los valores de América,
- GOES WEST satélite (© NOAA, USA) 1999 - 2015, 30 minutos los valores de América y Pacífico,
- MTSAT satélite (© JMA, Japón) 2007 - 2015, los valores de 30 minutos para el Pacífico,
- MACC-II/CAMS (© ECMWF, UK) 2003 - 2015, los datos atmosféricos,
- GFS (© NOAA, USA), 1994 - 2015, los datos atmosféricos,
- MERRA-2 (© NASA, USA), 1994 - 2002, los datos atmosféricos.

Esta evaluación asume años de 365 días. Ocasionalmente, pueden aparecer errores de redondeo numérico que no son atribuibles a defectos del algoritmo aplicado. Puede consultar información adicional sobre los datos, algoritmos y la incertidumbre aplicados en: <http://solargis.com/products/pvplanner/>.

10. Proveedor del servicio

Solargis s.r.o. , Milana Marečka 3, 84108 Bratislava, Eslovaquia; ID del proveedor: 45 354 766, CIF: SK2022962766; Registro: Registro comercial, Juzgado de Distrito Bratislava I, Sección Sro, Archivo 62765/B

11. Modo de uso

Este informe muestra la estimación de la energía solar en la fase de puesta en marcha de un sistema fotovoltaico. Las estimaciones son lo suficientemente precisas para sistemas FV pequeños y medianos. Para simulaciones con seguidores solares, sólo se presentan opciones teóricas sin considerar 'backtracking' ni sombreado. Para la planificación y financiación de grandes proyectos, es necesaria más información:

1. Distribución estadística e incertidumbre de la radiación solar.
2. Especificación detallada del sistema FV
3. Variabilidad interanual e incertidumbre P90 de la producción FV
4. Ciclo de vida de la producción energética teniendo en cuenta la degradación del rendimiento de los componentes FV. Puede encontrar más información acerca del cálculo completo de la producción FV en: <http://solargis.com/products/pv-yield-assessment-study/>.

12. Responsabilidad e información legal

Dada la naturaleza fluctuante del clima, los cambios inter-anales del mismo, y la incertidumbre en las medidas y los procedimientos de cálculo aplicados, Solargis s.r.o. no puede garantizar totalmente la exactitud de sus datos. No obstante, se ha puesto el máximo empeño en el cálculo preciso de las condiciones climáticas basándose en los mejores datos, software y conocimiento disponibles. Solargis s.r.o. no se responsabiliza de ningún daño ocasionado directa o indirectamente como consecuencia del uso del informe proporcionado.

Este informe es propiedad de © 2016 Solargis s.r.o., todos los derechos reservados.
Solargis® es una marca registrada de Solargis s.r.o.

13. Información de contacto

Este informe ha sido generado por SUNCO ENERGY, S.L., C/Bergueda 1 A-3, 08820, BARCELONA, Spain,
<http://www.suncosystems.com>.

Este documento está firmado electrónicamente por Solargis s.r.o..

EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA

Número del informe: PV-29361-1611-130
Fecha: 11 de noviembre de 2016 08:26 (UTC)

1. Descripción del emplazamiento

Nombre del sitio: Barcelona, España

Coordenadas: **41° 23' 44.41" N, 02° 10' 22.03" E**
Elevación: 39 m
Pendiente: 2°
Orientación: 96° este

Irradiación global anual en plano inclinado: **1908 kWh/m²**
Temperatura ambiente anual a 2 m: **16.1 °C**

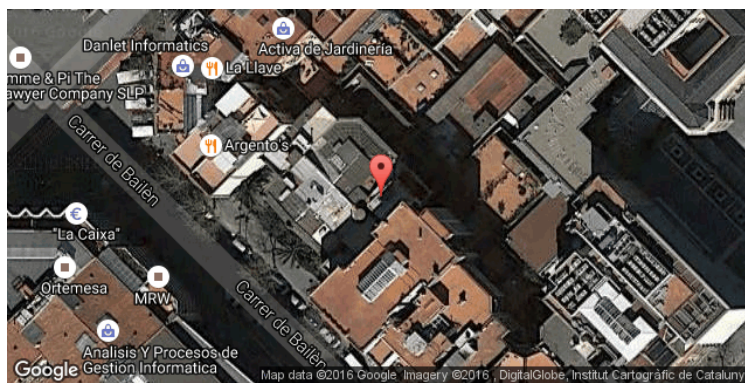
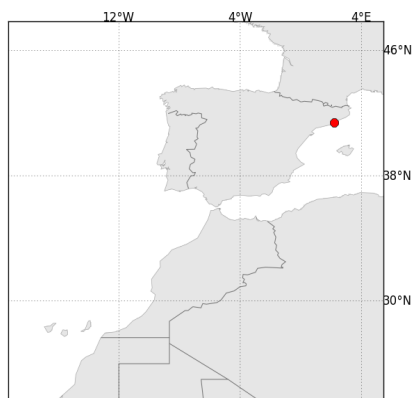
2. Descripción del sistema FV

Potencia instalada: **50.0 kWp**
Tipo de módulos: silicio cristalino (**c-Si**)
Estructura: **estructura fija, sobreelevada**
Orient./Incl.: **180° (sur) / 36°**
Efic. (Euro) inversor: 97.5%
Pérdidas DC/AC: 5.5% / 1.5%
Disponibilidad: 99.0%

Producción eléctrica anual media: **76.5 MWh**
Rendimiento medio: **80.0%**

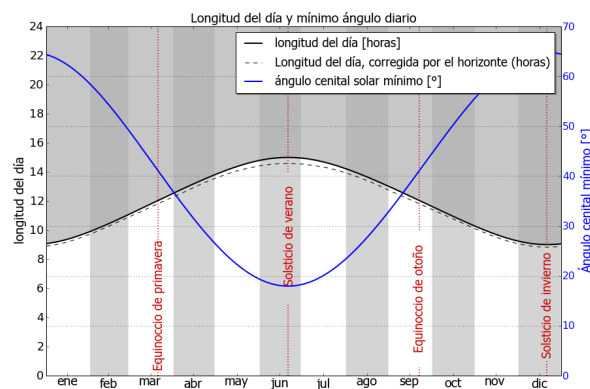
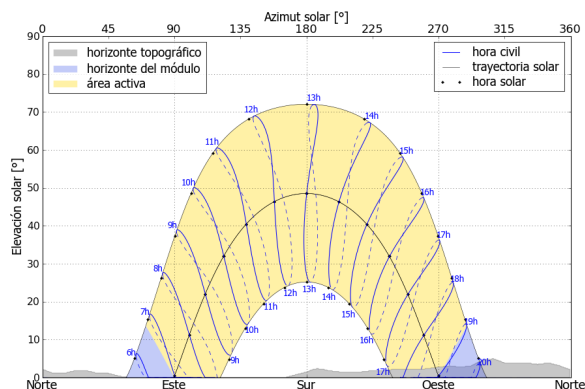
Localización en el mapa: <http://solargis.info/imaps/#tl=Google:satellite&loc=41.3956684324,2.17278510332&z=19>

3. Localización geográfica



Google Maps © 2016 Google

4. Horizonte topográfico y longitud del día



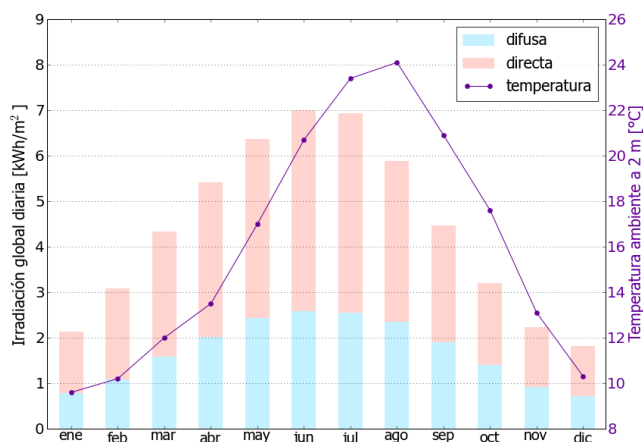
Izquierda: Trayectoria solar anual. El horizonte topográfico (en gris) y el horizonte del módulo (en azul) pueden dar lugar a ocultaciones solares. Los puntos negros muestran el tiempo solar verdadero. Las etiquetas en azul indican la hora civil local.

Derecha: Duración del día y ángulo cenital solar a lo largo del año. Si el horizonte local no es nulo, la duración real del día (tiempo en que el Sol está por encima del horizonte local) es menor que la duración astronómica.

Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.3957°/2.1728°
sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 36°

5. Irradiación global horizontal y temperatura ambiente - referencia climática

Mes	Gh _m	Gh _d	Dh _d	T ₂₄
ene	66	2.13	0.79	9.6
feb	86	3.08	1.09	10.2
mar	134	4.33	1.59	12.0
abr	162	5.41	2.02	13.5
may	197	6.36	2.43	17.0
jun	210	7.00	2.59	20.7
jul	215	6.94	2.55	23.4
ago	182	5.88	2.35	24.1
sep	134	4.46	1.90	20.9
oct	99	3.20	1.40	17.6
nov	67	2.23	0.91	13.1
dic	56	1.82	0.72	10.3
año	1610	4.41	1.70	16.1



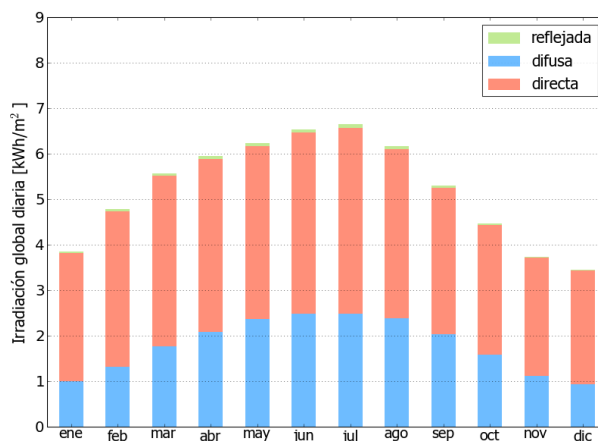
Medias anuales:

Gh_m Irradiación global mensual [kWh/m²]
Gh_d Irradiación global diaria [kWh/m²]
Dh_d Irradiación difusa diaria [kWh/m²]
T₂₄ Temperatura ambiente diaria (diurna) [°C]

6. Irradiación global en plano inclinado

Superficie fija, azimut 180° (sur), inclinación. 36°

Mes	Gi _m	Gi _d	Di _d	Ri _d	Sh _{loss}
ene	119	3.85	1.00	0.03	0.1
feb	134	4.78	1.31	0.04	0.1
mar	173	5.56	1.77	0.05	0.2
abr	179	5.95	2.09	0.06	0.2
may	194	6.24	2.37	0.08	0.2
jun	196	6.54	2.48	0.08	0.2
jul	206	6.65	2.49	0.08	0.2
ago	191	6.17	2.39	0.07	0.2
sep	159	5.30	2.03	0.05	0.2
oct	138	4.47	1.59	0.04	0.2
nov	112	3.74	1.11	0.03	0.2
dic	107	3.45	0.93	0.02	0.2
año	1908	5.23	1.80	0.05	0.2



Medias mensuales:

Gi_m Irradiación global mensual [kWh/m²]
Gi_d Irradiación global diaria [kWh/m²]
Di_d Irradiación difusa diaria [kWh/m²]
Ri_d Irradiación reflejada diaria [kWh/m²]

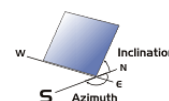
Sh_{loss} Pérdidas de irradiación global por sombreado topográfico [%]

Irradiación global anual media para diferentes tipos de superficie:

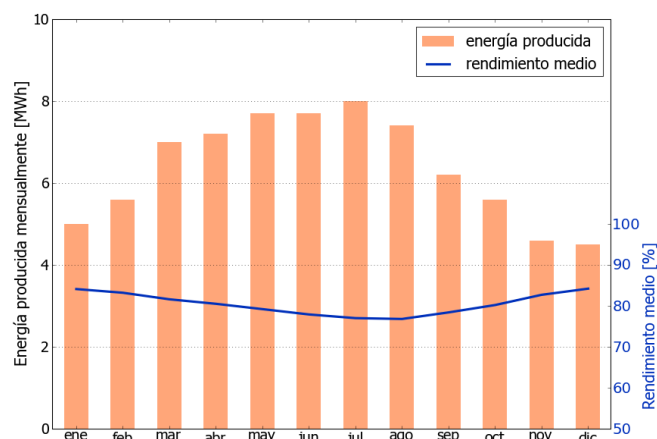
	kWh/m²	relativo a la inclinación óptima
Horizontal	1609	84.3%
Con inclinación óptima (36°)	1908	100.0%
Seguimiento a 2 ejes	2469	129.4%
Su opción	1908	100.0%

Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.3957°/2.1728°
sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 36°

7. Producción eléctrica FV inicial



Mes	Es _m	Es _d	Et _m	E _{share}	PR
ene	101	3.24	5.0	6.6	84.1
feb	112	3.98	5.6	7.3	83.2
mar	141	4.55	7.0	9.2	81.6
abr	144	4.80	7.2	9.4	80.5
may	154	4.95	7.7	10.0	79.2
jun	153	5.10	7.7	10.0	77.9
jul	159	5.13	8.0	10.4	77.0
ago	147	4.75	7.4	9.6	76.8
sep	125	4.16	6.2	8.2	78.4
oct	111	3.59	5.6	7.3	80.2
nov	93	3.10	4.6	6.1	82.7
dic	90	2.91	4.5	5.9	84.2
año	1529	4.19	76.5	100.0	80.0



Medias mensuales:

Es_m Producción eléctrica específica mensual total [kWh/kWp]
Es_d Producción eléctrica específica diaria total [kWh/kWp]
Et_m Producción eléctrica mensual total [MWh]

E_{share} Porcentaje mensual de producción eléctrica [%]
PR Rendimiento [%]

8. Pérdidas y rendimiento del sistema

Fase en la conversión de energía	Energía producida [kWh/kWp]	Pérdidas [kWh/kWp]	Pérdidas [%]	Rendimiento [parcial %]	Rendimiento [acumul. %]
1. Irrad. global incidente en la superficie (entrada)	1912	-	-	100.0	100.0
2. Irrad. global reducida por el sombreado topográfico	1908	-3	-0.2	99.8	99.8
3. Irrad. global reducida por la reflectividad	1858	-50	-2.6	97.4	97.2
4. Conversión DC en los módulos	1702	-156	-8.4	91.6	89.0
5. Otras pérdidas DC	1608	-94	-5.5	94.5	84.1
6. Inversores (conversión DC/AC)	1568	-40	-2.5	97.5	82.0
7. Pérdidas en AC en el transformador y el cableado	1545	-24	-1.5	98.5	80.8
8. Disponibilidad reducida	1529	-16	-1.0	99.0	80.0
Rendimiento total del sistema	1529	-383	-20.0	-	80.0

Fases de conversión de la energía y pérdidas asociadas:

- Se asume una producción inicial bajo condiciones estándar de operación,
- Reducción de la irradiación global debido a obstrucciones por el horizonte topográfico y otros módulos FV,
- Proporción de irradiación global que es reflejada por la superficie de los módulos FV (típicamente, cristalinos),
- Pérdidas en los módulos debido a la conversión de radiación solar en corriente continua (DC); cambio de la eficiencia por desvío de las condiciones estándar de operación,
- Pérdidas DC: desajuste entre módulos FV, pérdidas de calor en los cables y conexiones, pérdidas debidas a suciedad, nieve, hielo y auto-sombreado de los módulos FV,
- Este paso considera la eficiencia (Euro) para aproximar las pérdidas promedio en el inversor,
- Las pérdidas en la sección AC y el transformador (donde sea aplicable) dependen de la arquitectura del sistema,
- El parámetro de disponibilidad asume pérdidas debido a periodos de inactividad causados por operaciones de mantenimiento o fallos.

Las pérdidas en los pasos 2 y 4 están modeladas numéricamente en pvPlanner. Las pérdidas en los pasos 5 y 8 deben ser calculadas por el usuario. Los modelos de simulación tienen incertidumbres inherentes que no se contemplan en este informe. Si desea evaluar posibles riesgos, puede encontrar información adicional sobre los métodos de simulación empleados y las incertidumbres asociadas en <http://solargis.com/products/pvplanner/>.

Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.3957°/2.1728°
sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 36°

9. Solargis v21a - descripción de la base de datos

Solargis es una base de datos climáticos de alta resolución operada por Solargis s.r.o.. Las capas de información incluyen la radiación solar, la temperatura ambiente y datos del terreno (altura y horizonte).

Temperatura ambiente a 2 m: obtenida a partir de los reanálisis del CFSR (© NOAA NCEP, USA); años: 1994 - 2011; refinado a valores cada 15 minutos. Los datos han sido tratados topográficamente (la resolución de 1 km) para incluir la alta variabilidad espacial del terreno.

Radiación solar: obtenida a partir de los datos atmosféricos y del datos de satélite:

- Meteosat PRIME satélite (© EUMETSAT, Alemania) 1994 - 2015, los valores de 15 minutos o 30 minutos para Europa, África y Oriente Medio,
- Meteosat IODC satélite (© EUMETSAT, Alemania) 1999 - 2015, 30 - valores de minutos para Asia,
- GOES EAST satélite (© NOAA, USA) 1999 - 2015, 30 minutos los valores de América,
- GOES WEST satélite (© NOAA, USA) 1999 - 2015, 30 minutos los valores de América y Pacífico,
- MTSAT satélite (© JMA, Japón) 2007 - 2015, los valores de 30 minutos para el Pacífico,
- MACC-II/CAMS (© ECMWF, UK) 2003 - 2015, los datos atmosféricos,
- GFS (© NOAA, USA), 1994 - 2015, los datos atmosféricos,
- MERRA-2 (© NASA, USA), 1994 - 2002, los datos atmosféricos.

Esta evaluación asume años de 365 días. Ocasionalmente, pueden aparecer errores de redondeo numérico que no son atribuibles a defectos del algoritmo aplicado. Puede consultar información adicional sobre los datos, algoritmos y la incertidumbre aplicados en: <http://solargis.com/products/pvplanner/>.

10. Proveedor del servicio

Solargis s.r.o. , Milana Marečka 3, 84108 Bratislava, Eslovaquia; ID del proveedor: 45 354 766, CIF: SK2022962766; Registro: Registro comercial, Juzgado de Distrito Bratislava I, Sección Sro, Archivo 62765/B

11. Modo de uso

Este informe muestra la estimación de la energía solar en la fase de puesta en marcha de un sistema fotovoltaico. Las estimaciones son lo suficientemente precisas para sistemas FV pequeños y medianos. Para simulaciones con seguidores solares, sólo se presentan opciones teóricas sin considerar 'backtracking' ni sombreado. Para la planificación y financiación de grandes proyectos, es necesaria más información:

1. Distribución estadística e incertidumbre de la radiación solar.
2. Especificación detallada del sistema FV
3. Variabilidad interanual e incertidumbre P90 de la producción FV
4. Ciclo de vida de la producción energética teniendo en cuenta la degradación del rendimiento de los componentes FV. Puede encontrar más información acerca del cálculo completo de la producción FV en: <http://solargis.com/products/pv-yield-assessment-study/>.

12. Responsabilidad e información legal

Dada la naturaleza fluctuante del clima, los cambios inter-anales del mismo, y la incertidumbre en las medidas y los procedimientos de cálculo aplicados, Solargis s.r.o. no puede garantizar totalmente la exactitud de sus datos. No obstante, se ha puesto el máximo empeño en el cálculo preciso de las condiciones climáticas basándose en los mejores datos, software y conocimiento disponibles. Solargis s.r.o. no se responsabiliza de ningún daño ocasionado directa o indirectamente como consecuencia del uso del informe proporcionado.

Este informe es propiedad de © 2016 Solargis s.r.o., todos los derechos reservados.
Solargis® es una marca registrada de Solargis s.r.o.

13. Información de contacto

Este informe ha sido generado por SUNCO ENERGY, S.L., C/Bergueda 1 A-3, 08820, BARCELONA, Spain,
<http://www.suncosystems.com>.

Este documento está firmado electrónicamente por Solargis s.r.o..

EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA

Número del informe: PV-29361-1611-142
Fecha: 11 de noviembre de 2016 08:33 (UTC)

1. Descripción del emplazamiento

Nombre del sitio: Barcelona, España

Coordenadas: **41° 23' 56.53" N, 02° 10' 59.44" E**
Elevación: 28 m
Pendiente: 3°
Orientación: 58° noreste

Irradiación global anual en plano inclinado: **1909 kWh/m²**
Temperatura ambiente anual a 2 m: **16.1 °C**

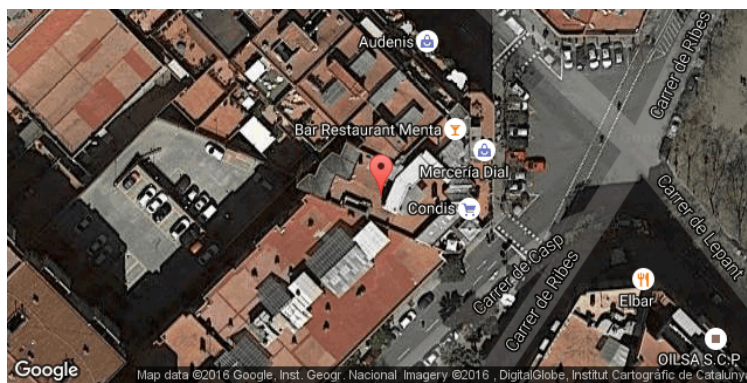
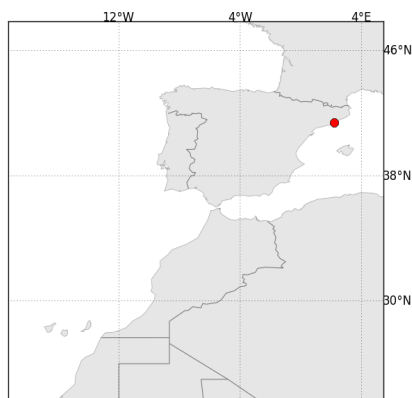
2. Descripción del sistema FV

Potencia instalada: **50.0 kWp**
Tipo de módulos: silicio cristalino (**c-Si**)
Estructura: **estructura fija, sobreelevada**
Orient./Incl.: **180° (sur) / 36°**
Efic. (Euro) inversor: 97.5%
Pérdidas DC/AC: 5.5% / 1.5%
Disponibilidad: 99.0%

Producción eléctrica anual media: **76.5 MWh**
Rendimiento medio: **79.8%**

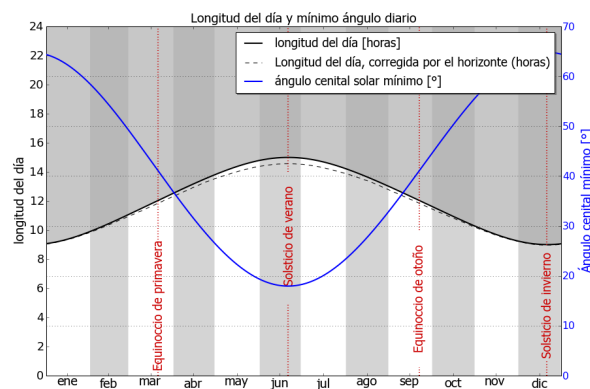
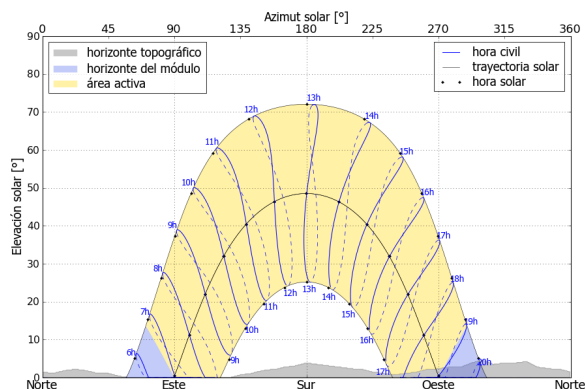
Localización en el mapa: <http://solargis.info/imaps/#tl=Google:satellite&loc=41.3990374445,2.18317866325&z=19>

3. Localización geográfica



Google Maps © 2016 Google

4. Horizonte topográfico y longitud del día



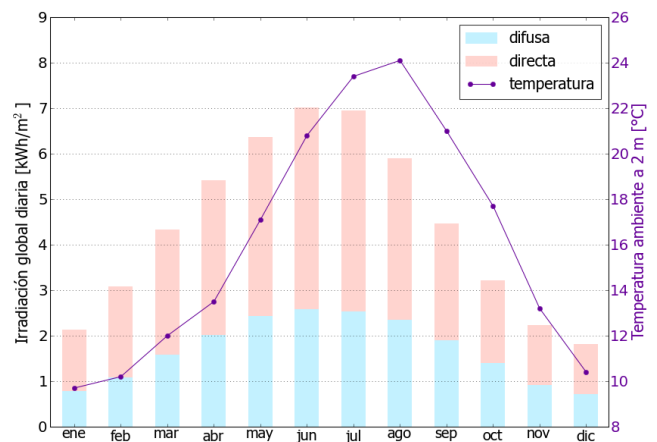
Izquierda: Trayectoria solar anual. El horizonte topográfico (en gris) y el horizonte del módulo (en azul) pueden dar lugar a ocultaciones solares. Los puntos negros muestran el tiempo solar verdadero. Las etiquetas en azul indican la hora civil local.

Derecha: Duración del día y ángulo cenital solar a lo largo del año. Si el horizonte local no es nulo, la duración real del día (tiempo en que el Sol está por encima del horizonte local) es menor que la duración astronómica.

Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.3990°/2.1832°
sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 36°

5. Irradiación global horizontal y temperatura ambiente - referencia climática

Mes	Gh _m	Gh _d	Dh _d	T ₂₄
ene	66	2.13	0.79	9.7
feb	87	3.09	1.09	10.2
mar	135	4.34	1.59	12.0
abr	163	5.42	2.01	13.5
may	198	6.37	2.43	17.1
jun	210	7.01	2.59	20.8
jul	215	6.95	2.54	23.4
ago	183	5.90	2.35	24.1
sep	134	4.47	1.90	21.0
oct	99	3.21	1.40	17.7
nov	67	2.23	0.91	13.2
dic	57	1.82	0.72	10.4
año	1613	4.42	1.70	16.1



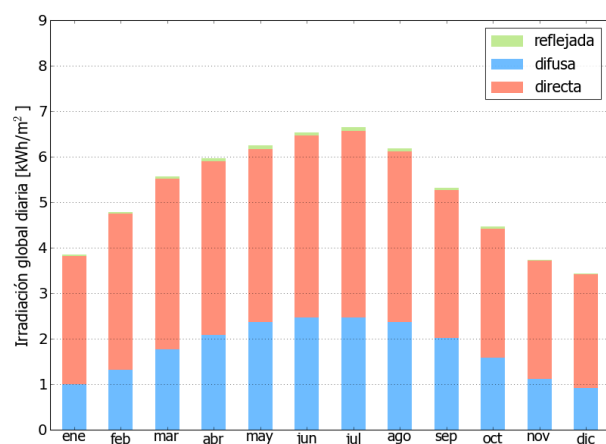
Medias anuales:

Gh_m Irradiación global mensual [kWh/m²]
Gh_d Irradiación global diaria [kWh/m²]
Dh_d Irradiación difusa diaria [kWh/m²]
T₂₄ Temperatura ambiente diaria (diurna) [°C]

6. Irradiación global en plano inclinado

Superficie fija, azimut 180° (sur), inclinación. 36°

Mes	Gi _m	Gi _d	Di _d	Ri _d	Sh _{loss}
ene	119	3.85	1.00	0.03	0.3
feb	134	4.79	1.31	0.04	0.3
mar	173	5.57	1.77	0.05	0.3
abr	179	5.96	2.08	0.06	0.4
may	194	6.25	2.36	0.08	0.4
jun	196	6.54	2.47	0.08	0.4
jul	206	6.65	2.47	0.08	0.3
ago	192	6.18	2.37	0.07	0.4
sep	159	5.31	2.02	0.05	0.4
oct	138	4.46	1.58	0.04	0.4
nov	112	3.74	1.11	0.03	0.3
dic	107	3.44	0.92	0.02	0.3
año	1909	5.23	1.79	0.05	0.3



Medias mensuales:

Gi_m Irradiación global mensual [kWh/m²]
Gi_d Irradiación global diaria [kWh/m²]
Di_d Irradiación difusa diaria [kWh/m²]
Ri_d Irradiación reflejada diaria [kWh/m²]

Sh_{loss} Pérdidas de irradiación global por sombreado topográfico [%]

Irradiación global anual media para diferentes tipos de superficie:

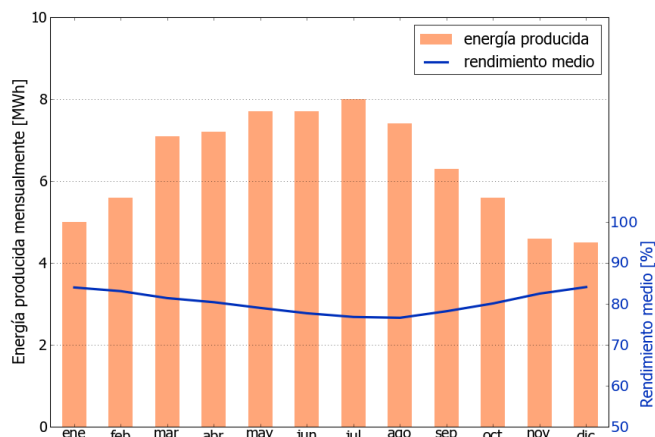
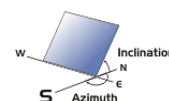
	kWh/m²	relativo a la inclinación óptima
Horizontal	1612	84.5%
Con inclinación óptima (36°)	1909	100.0%
Seguimiento a 2 ejes	2471	129.4%
Su opción	1909	100.0%

Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.3990°/2.1832°

sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 36°

7. Producción eléctrica FV inicial

Mes	E_{s_m}	E_{s_d}	E_{t_m}	E_{share}	PR
ene	100	3.24	5.0	6.6	84.0
feb	112	3.99	5.6	7.3	83.1
mar	141	4.55	7.1	9.2	81.4
abr	144	4.81	7.2	9.4	80.4
may	154	4.95	7.7	10.0	79.0
jun	153	5.10	7.7	10.0	77.7
jul	159	5.13	8.0	10.4	76.8
ago	147	4.75	7.4	9.6	76.6
sep	125	4.17	6.3	8.2	78.2
oct	111	3.59	5.6	7.3	80.1
nov	93	3.09	4.6	6.1	82.5
dic	90	2.90	4.5	5.9	84.1
año	1530	4.19	76.5	100.0	79.8



Medias mensuales:

E_{s_m} Producción eléctrica específica mensual total [kWh/kWp]
 E_{s_d} Producción eléctrica específica diaria total [kWh/kWp]
 E_{t_m} Producción eléctrica mensual total [MWh]

E_{share} Porcentaje mensual de producción eléctrica [%]
 PR Rendimiento [%]

8. Pérdidas y rendimiento del sistema

Fase en la conversión de energía	Energía producida [kWh/kWp]	Pérdidas [kWh/kWp]	Pérdidas [%]	Rendimiento	
				[parcial %]	[acumul. %]
1. Irrad. global incidente en la superficie (entrada)	1916	-	-	100.0	100.0
2. Irrad. global reducida por el sombreado topográfico	1909	-7	-0.3	99.7	99.7
3. Irrad. global reducida por la reflectividad	1859	-50	-2.6	97.4	97.0
4. Conversión DC en los módulos	1702	-157	-8.4	91.6	88.9
5. Otras pérdidas DC	1609	-94	-5.5	94.5	84.0
6. Inversores (conversión DC/AC)	1568	-40	-2.5	97.5	81.9
7. Pérdidas en AC en el transformador y el cableado	1545	-24	-1.5	98.5	80.6
8. Disponibilidad reducida	1529	-15	-1.0	99.0	79.8
Rendimiento total del sistema	1529	-386	-20.2	-	79.8

Fases de conversión de la energía y pérdidas asociadas:

1. Se asume una producción inicial bajo condiciones estándar de operación,
2. Reducción de la irradiación global debido a obstrucciones por el horizonte topográfico y otros módulos FV,
3. Proporción de irradiación global que es reflejada por la superficie de los módulos FV (típicamente, cristalinos),
4. Pérdidas en los módulos debido a la conversión de radiación solar en corriente continua (DC); cambio de la eficiencia por desvío de las condiciones estándar de operación,
5. Pérdidas DC: desajuste entre módulos FV, pérdidas de calor en los cables y conexiones, pérdidas debidas a suciedad, nieve, hielo y auto-sombreado de los módulos FV,
6. Este paso considera la eficiencia (Euro) para aproximar las pérdidas promedio en el inversor,
7. Las pérdidas en la sección AC y el transformador (donde sea aplicable) dependen de la arquitectura del sistema,
8. El parámetro de disponibilidad asume pérdidas debido a periodos de inactividad causados por operaciones de mantenimiento o fallos.

Las pérdidas en los pasos 2 y 4 están modeladas numéricamente en pvPlanner. Las pérdidas en los pasos 5 y 8 deben ser calculadas por el usuario. Los modelos de simulación tienen incertidumbres inherentes que no se contemplan en este informe. Si desea evaluar posibles riesgos, puede encontrar información adicional sobre los métodos de simulación empleados y las incertidumbres asociadas en <http://solargis.com/products/pvplanner/>.

Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.3990°/2.1832°

sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 36°

9. Solargis v21a - descripción de la base de datos

Solargis es una base de datos climáticos de alta resolución operada por Solargis s.r.o.. Las capas de información incluyen la radiación solar, la temperatura ambiente y datos del terreno (altura y horizonte).

Temperatura ambiente a 2 m: obtenida a partir de los reanálisis del CFSR (© NOAA NCEP, USA); años: 1994 - 2011; refinado a valores cada 15 minutos. Los datos han sido tratados topográficamente (la resolución de 1 km) para incluir la alta variabilidad espacial del terreno.

Radiación solar: obtenida a partir de los datos atmosféricos y del datos de satélite:

- Meteosat PRIME satélite (© EUMETSAT, Alemania) 1994 - 2015, los valores de 15 minutos o 30 minutos para Europa, África y Oriente Medio,
- Meteosat IODC satélite (© EUMETSAT, Alemania) 1999 - 2015, 30 - valores de minutos para Asia,
- GOES EAST satélite (© NOAA, USA) 1999 - 2015, 30 minutos los valores de América,
- GOES WEST satélite (© NOAA, USA) 1999 - 2015, 30 minutos los valores de América y Pacífico,
- MTSAT satélite (© JMA, Japón) 2007 - 2015, los valores de 30 minutos para el Pacífico,
- MACC-II/CAMS (© ECMWF, UK) 2003 - 2015, los datos atmosféricos,
- GFS (© NOAA, USA), 1994 - 2015, los datos atmosféricos,
- MERRA-2 (© NASA, USA), 1994 - 2002, los datos atmosféricos.

Esta evaluación asume años de 365 días. Ocasionalmente, pueden aparecer errores de redondeo numérico que no son atribuibles a defectos del algoritmo aplicado. Puede consultar información adicional sobre los datos, algoritmos y la incertidumbre aplicados en: <http://solargis.com/products/pvplanner/>.

10. Proveedor del servicio

Solargis s.r.o. , Milana Marečka 3, 84108 Bratislava, Eslovaquia; ID del proveedor: 45 354 766, CIF: SK2022962766; Registro: Registro comercial, Juzgado de Distrito Bratislava I, Sección Sro, Archivo 62765/B

11. Modo de uso

Este informe muestra la estimación de la energía solar en la fase de puesta en marcha de un sistema fotovoltaico. Las estimaciones son lo suficientemente precisas para sistemas FV pequeños y medianos. Para simulaciones con seguidores solares, sólo se presentan opciones teóricas sin considerar 'backtracking' ni sombreado. Para la planificación y financiación de grandes proyectos, es necesaria más información:

1. Distribución estadística e incertidumbre de la radiación solar.
2. Especificación detallada del sistema FV
3. Variabilidad interanual e incertidumbre P90 de la producción FV
4. Ciclo de vida de la producción energética teniendo en cuenta la degradación del rendimiento de los componentes FV. Puede encontrar más información acerca del cálculo completo de la producción FV en: <http://solargis.com/products/pv-yield-assessment-study/>.

12. Responsabilidad e información legal

Dada la naturaleza fluctuante del clima, los cambios inter-anales del mismo, y la incertidumbre en las medidas y los procedimientos de cálculo aplicados, Solargis s.r.o. no puede garantizar totalmente la exactitud de sus datos. No obstante, se ha puesto el máximo empeño en el cálculo preciso de las condiciones climáticas basándose en los mejores datos, software y conocimiento disponibles. Solargis s.r.o. no se responsabiliza de ningún daño ocasionado directa o indirectamente como consecuencia del uso del informe proporcionado.

Este informe es propiedad de © 2016 Solargis s.r.o., todos los derechos reservados.
Solargis® es una marca registrada de Solargis s.r.o.

13. Información de contacto

Este informe ha sido generado por SUNCO ENERGY, S.L., C/Bergueda 1 A-3, 08820, BARCELONA, Spain,
<http://www.suncosystems.com>.

Este documento está firmado electrónicamente por Solargis s.r.o..

EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA

Número del informe: PV-29361-1611-159
Fecha: 11 de noviembre de 2016 09:29 (UTC)

1. Descripción del emplazamiento

Nombre del sitio: Barcelona, España

Coordenadas: **41° 24' 29.19" N, 02° 10' 26.43" E**
Elevación: 66 m
Pendiente: 3°
Orientación: 110° este

Irradiación global anual en plano inclinado: **1906 kWh/m²**
Temperatura ambiente anual a 2 m: **16.0 °C**

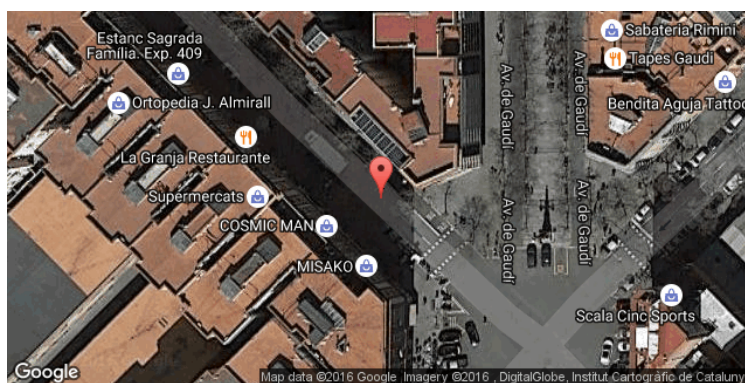
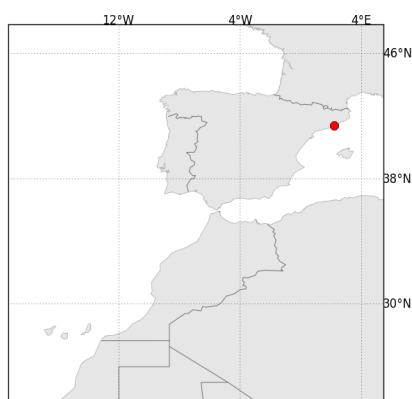
2. Descripción del sistema FV

Potencia instalada: **50.0 kWp**
Tipo de módulos: silicio cristalino (**c-Si**)
Estructura: **estructura fija, sobreelevada**
Orient./Incl.: **180° (sur) / 36°**
Efic. (Euro) inversor: 97.5%
Pérdidas DC/AC: 5.5% / 1.5%
Disponibilidad: 99.0%

Producción eléctrica anual media: **76.4 MWh**
Rendimiento medio: **80.0%**

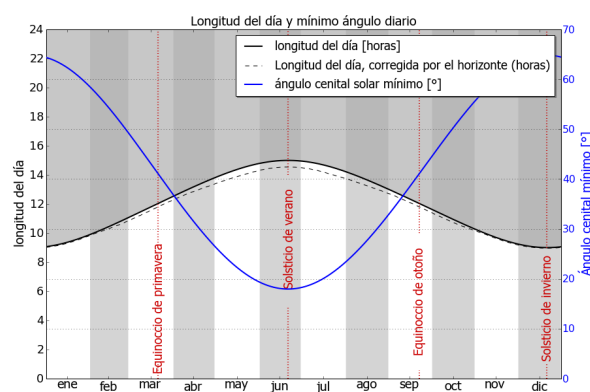
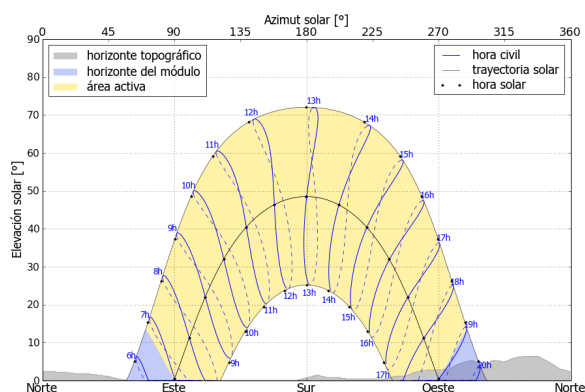
Localización en el mapa: <http://solargis.info/imaps/#?l=Google:satellite&loc=41.4081078693,2.17400819063&z=19>

3. Localización geográfica



Google Maps © 2016 Google

4. Horizonte topográfico y longitud del día



Izquierda: Trayectoria solar anual. El horizonte topográfico (en gris) y el horizonte del módulo (en azul) pueden dar lugar a ocultaciones solares. Los puntos negros muestran el tiempo solar verdadero. Las etiquetas en azul indican la hora civil local.

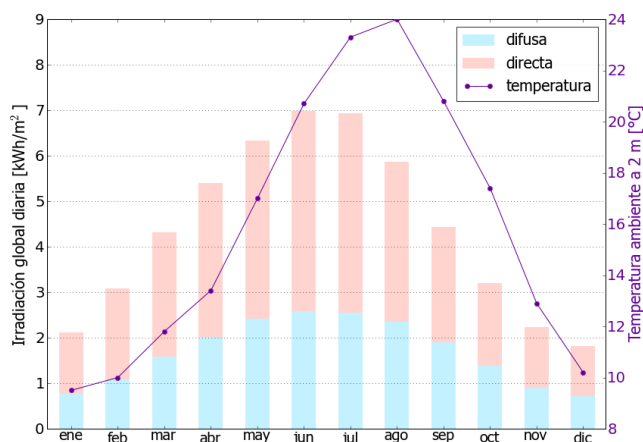
Derecha: Duración del día y ángulo cenital solar a lo largo del año. Si el horizonte local no es nulo, la duración real del día (tiempo en que el Sol está por encima del horizonte local) es menor que la duración astronómica.

Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.4081°/2.1740°

sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 36°

5. Irradiación global horizontal y temperatura ambiente - referencia climática

Mes	Gh _m	Gh _d	Dh _d	T ₂₄
ene	66	2.12	0.79	9.5
feb	86	3.08	1.09	10.0
mar	134	4.32	1.59	11.8
abr	162	5.40	2.02	13.4
may	197	6.34	2.42	17.0
jun	210	6.98	2.59	20.7
jul	215	6.93	2.55	23.3
ago	182	5.87	2.35	24.0
sep	133	4.44	1.90	20.8
oct	99	3.20	1.39	17.4
nov	67	2.23	0.90	12.9
dic	56	1.82	0.72	10.2
año	1606	4.40	1.69	16.0



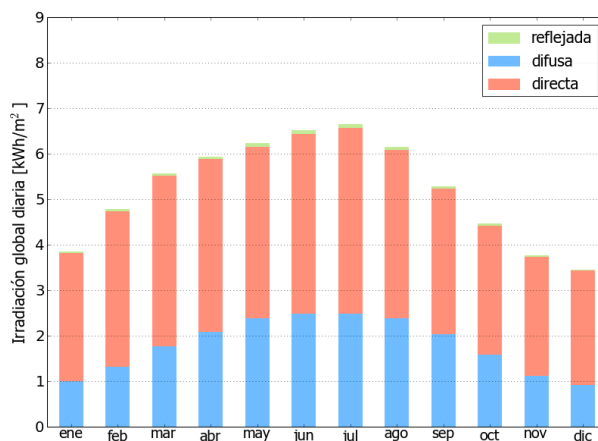
Medias anuales:

Gh _m	Irradiación global mensual [kWh/m²]
Gh _d	Irradiación global diaria [kWh/m²]
Dh _d	Irradiación difusa diaria [kWh/m²]
T ₂₄	Temperatura ambiente diaria (diurna) [°C]

6. Irradiación global en plano inclinado

Superficie fija, azimut 180° (sur), inclinación. 36°

Mes	Gi _m	Gi _d	Di _d	Ri _d	Sh _{loss}
ene	119	3.85	1.00	0.03	0.1
feb	134	4.78	1.31	0.04	0.1
mar	173	5.56	1.77	0.05	0.1
abr	178	5.94	2.09	0.06	0.1
may	193	6.23	2.38	0.08	0.1
jun	196	6.52	2.48	0.08	0.1
jul	206	6.65	2.49	0.08	0.1
ago	191	6.15	2.39	0.07	0.1
sep	159	5.29	2.03	0.05	0.1
oct	138	4.46	1.58	0.04	0.1
nov	113	3.76	1.11	0.03	0.1
dic	107	3.45	0.92	0.02	0.1
año	1906	5.22	1.80	0.05	0.1



Medias mensuales:

Gi _m	Irradiación global mensual [kWh/m²]
Gi _d	Irradiación global diaria [kWh/m²]
Di _d	Irradiación difusa diaria [kWh/m²]
Ri _d	Irradiación reflejada diaria [kWh/m²]

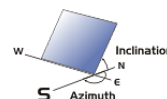
Sh_{loss} Pérdidas de irradiación global por sombreado topográfico [%]

Irradiación global anual media para diferentes tipos de superficie:

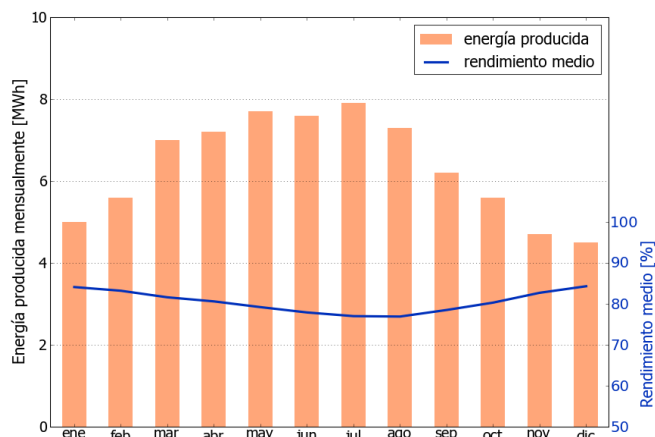
	kWh/m²	relativo a la inclinación óptima
Horizontal	1606	84.3%
Con inclinación óptima (36°)	1906	100.0%
Seguimiento a 2 ejes	2465	129.3%
Su opción	1906	100.0%

Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.4081°/2.1740°
sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 36°

7. Producción eléctrica FV inicial



Mes	Es _m	Es _d	Et _m	E _{share}	PR
ene	100	3.24	5.0	6.6	84.1
feb	111	3.98	5.6	7.3	83.2
mar	141	4.55	7.0	9.2	81.6
abr	144	4.79	7.2	9.4	80.6
may	153	4.94	7.7	10.0	79.2
jun	153	5.09	7.6	10.0	77.9
jul	159	5.12	7.9	10.4	77.0
ago	147	4.74	7.3	9.6	76.9
sep	125	4.16	6.2	8.2	78.5
oct	111	3.59	5.6	7.3	80.3
nov	93	3.10	4.7	6.1	82.7
dic	90	2.91	4.5	5.9	84.3
año	1528	4.18	76.4	100.0	80.0



Medias mensuales:

Es_m Producción eléctrica específica mensual total [kWh/kWp]
Es_d Producción eléctrica específica diaria total [kWh/kWp]
Et_m Producción eléctrica mensual total [MWh]

E_{share} Porcentaje mensual de producción eléctrica [%]
PR Rendimiento [%]

8. Pérdidas y rendimiento del sistema

Fase en la conversión de energía	Energía producida [kWh/kWp]	Pérdidas [kWh/kWp]	Pérdidas [%]	Rendimiento [parcial %]	Rendimiento [acumul. %]
1. Irrad. global incidente en la superficie (entrada)	1908	-	-	100.0	100.0
2. Irrad. global reducida por el sombreado topográfico	1906	-2	-0.1	99.9	99.9
3. Irrad. global reducida por la reflectividad	1856	-50	-2.6	97.4	97.3
4. Conversión DC en los módulos	1700	-156	-8.4	91.6	89.1
5. Otras pérdidas DC	1607	-94	-5.5	94.5	84.2
6. Inversores (conversión DC/AC)	1567	-40	-2.5	97.5	82.1
7. Pérdidas en AC en el transformador y el cableado	1543	-24	-1.5	98.5	80.9
8. Disponibilidad reducida	1528	-16	-1.0	99.0	80.0
Rendimiento total del sistema	1528	-381	-19.9	-	80.0

Fases de conversión de la energía y pérdidas asociadas:

1. Se asume una producción inicial bajo condiciones estándar de operación,
2. Reducción de la irradiación global debido a obstrucciones por el horizonte topográfico y otros módulos FV,
3. Proporción de irradiación global que es reflejada por la superficie de los módulos FV (típicamente, cristalinos),
4. Pérdidas en los módulos debido a la conversión de radiación solar en corriente continua (DC); cambio de la eficiencia por desvío de las condiciones estándar de operación,
5. Pérdidas DC: desajuste entre módulos FV, pérdidas de calor en los cables y conexiones, pérdidas debidas a suciedad, nieve, hielo y auto-sombreado de los módulos FV,
6. Este paso considera la eficiencia (Euro) para aproximar las pérdidas promedio en el inversor,
7. Las pérdidas en la sección AC y el transformador (donde sea aplicable) dependen de la arquitectura del sistema,
8. El parámetro de disponibilidad asume pérdidas debido a periodos de inactividad causados por operaciones de mantenimiento o fallos.

Las pérdidas en los pasos 2 y 4 están modeladas numéricamente en pvPlanner. Las pérdidas en los pasos 5 y 8 deben ser calculadas por el usuario. Los modelos de simulación tienen incertidumbres inherentes que no se contemplan en este informe. Si desea evaluar posibles riesgos, puede encontrar información adicional sobre los métodos de simulación empleados y las incertidumbres asociadas en <http://solargis.com/products/pvplanner/>.

Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.4081°/2.1740°
sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 36°

9. Solargis v21a - descripción de la base de datos

Solargis es una base de datos climáticos de alta resolución operada por Solargis s.r.o.. Las capas de información incluyen la radiación solar, la temperatura ambiente y datos del terreno (altura y horizonte).

Temperatura ambiente a 2 m: obtenida a partir de los reanálisis del CFSR (© NOAA NCEP, USA); años: 1994 - 2011; refinado a valores cada 15 minutos. Los datos han sido tratados topográficamente (la resolución de 1 km) para incluir la alta variabilidad espacial del terreno.

Radiación solar: obtenida a partir de los datos atmosféricos y del datos de satélite:

- Meteosat PRIME satélite (© EUMETSAT, Alemania) 1994 - 2015, los valores de 15 minutos o 30 minutos para Europa, África y Oriente Medio,
- Meteosat IODC satélite (© EUMETSAT, Alemania) 1999 - 2015, 30 - valores de minutos para Asia,
- GOES EAST satélite (© NOAA, USA) 1999 - 2015, 30 minutos los valores de América,
- GOES WEST satélite (© NOAA, USA) 1999 - 2015, 30 minutos los valores de América y Pacífico,
- MTSAT satélite (© JMA, Japón) 2007 - 2015, los valores de 30 minutos para el Pacífico,
- MACC-II/CAMS (© ECMWF, UK) 2003 - 2015, los datos atmosféricos,
- GFS (© NOAA, USA), 1994 - 2015, los datos atmosféricos,
- MERRA-2 (© NASA, USA), 1994 - 2002, los datos atmosféricos.

Esta evaluación asume años de 365 días. Ocasionalmente, pueden aparecer errores de redondeo numérico que no son atribuibles a defectos del algoritmo aplicado. Puede consultar información adicional sobre los datos, algoritmos y la incertidumbre aplicados en: <http://solargis.com/products/pvplanner/>.

10. Proveedor del servicio

Solargis s.r.o. , Milana Marečka 3, 84108 Bratislava, Eslovaquia; ID del proveedor: 45 354 766, CIF: SK2022962766; Registro: Registro comercial, Juzgado de Distrito Bratislava I, Sección Sro, Archivo 62765/B

11. Modo de uso

Este informe muestra la estimación de la energía solar en la fase de puesta en marcha de un sistema fotovoltaico. Las estimaciones son lo suficientemente precisas para sistemas FV pequeños y medianos. Para simulaciones con seguidores solares, sólo se presentan opciones teóricas sin considerar 'backtracking' ni sombreado. Para la planificación y financiación de grandes proyectos, es necesaria más información:

1. Distribución estadística e incertidumbre de la radiación solar.
2. Especificación detallada del sistema FV
3. Variabilidad interanual e incertidumbre P90 de la producción FV
4. Ciclo de vida de la producción energética teniendo en cuenta la degradación del rendimiento de los componentes FV. Puede encontrar más información acerca del cálculo completo de la producción FV en: <http://solargis.com/products/pv-yield-assessment-study/>.

12. Responsabilidad e información legal

Dada la naturaleza fluctuante del clima, los cambios inter-anales del mismo, y la incertidumbre en las medidas y los procedimientos de cálculo aplicados, Solargis s.r.o. no puede garantizar totalmente la exactitud de sus datos. No obstante, se ha puesto el máximo empeño en el cálculo preciso de las condiciones climáticas basándose en los mejores datos, software y conocimiento disponibles. Solargis s.r.o. no se responsabiliza de ningún daño ocasionado directa o indirectamente como consecuencia del uso del informe proporcionado.

Este informe es propiedad de © 2016 Solargis s.r.o., todos los derechos reservados.
Solargis® es una marca registrada de Solargis s.r.o.

13. Información de contacto

Este informe ha sido generado por SUNCO ENERGY, S.L., C/Bergueda 1 A-3, 08820, BARCELONA, Spain,
<http://www.suncosystems.com>.

Este documento está firmado electrónicamente por Solargis s.r.o..

EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA

Número del informe: PV-29361-1611-173

Fecha: 11 de noviembre de 2016 11:15 (UTC)

1. Descripción del emplazamiento

Nombre del sitio: Barcelona, España

Coordenadas: **41° 23' 16.65" N, 02° 09' 2.69" E**

Elevación: 51 m

Pendiente: 2°

Orientación: 273° oeste

Irradiación global anual en plano inclinado: **1897 kWh/m²**

Temperatura ambiente anual a 2 m: **16.0 °C**

2. Descripción del sistema FV

Potencia instalada: **50.0 kWp**

Tipo de módulos: silicio cristalino (c-Si)

Estructura: **estructura fija, sobreelevada**

Orient./Incl.: **180° (sur) / 36°**

Efic. (Euro) inversor: 97.5%

Pérdidas DC/AC: 5.5% / 1.5%

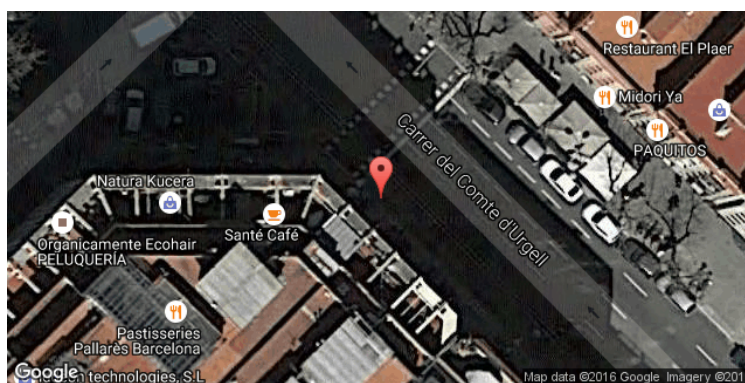
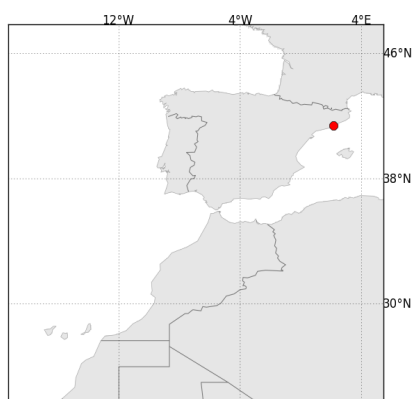
Disponibilidad: 99.0%

Producción eléctrica anual media: **76.0 MWh**

Rendimiento medio: **79.8%**

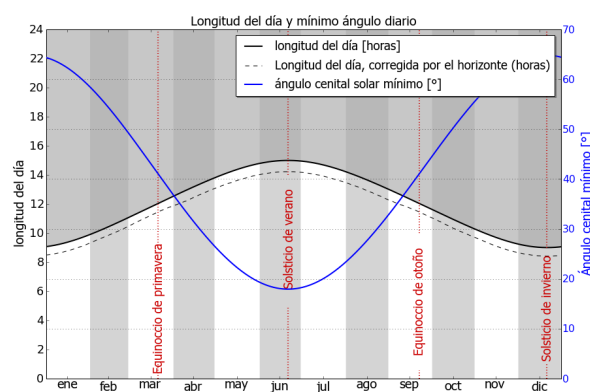
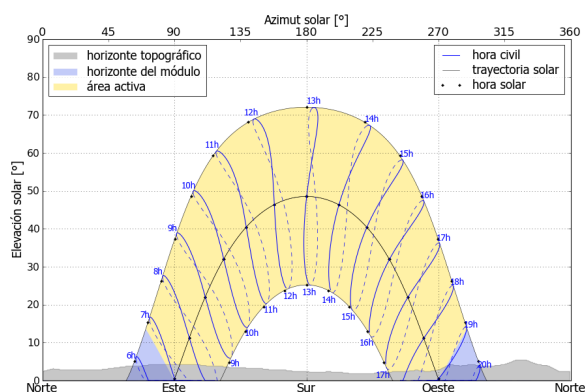
Localización en el mapa: <http://solargis.info/imaps/#tl=Google:satellite&loc=41.3879594529,2.15074673295&z=20>

3. Localización geográfica



Google Maps © 2016 Google

4. Horizonte topográfico y longitud del día



Izquierda: Trayectoria solar anual. El horizonte topográfico (en gris) y el horizonte del módulo (en azul) pueden dar lugar a ocultaciones solares. Los puntos negros muestran el tiempo solar verdadero. Las etiquetas en azul indican la hora civil local.

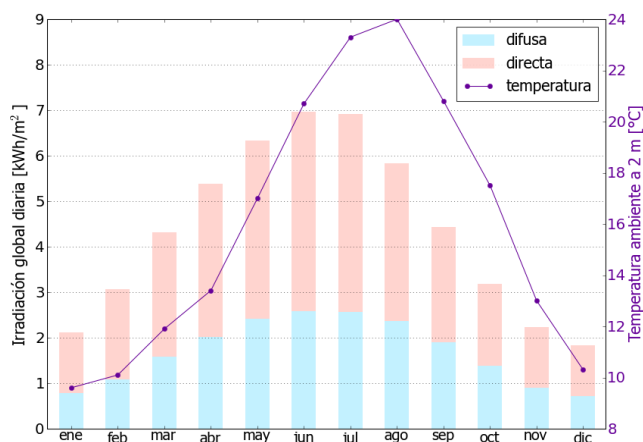
Derecha: Duración del día y ángulo cenital solar a lo largo del año. Si el horizonte local no es nulo, la duración real del día (tiempo en que el Sol está por encima del horizonte local) es menor que la duración astronómica.

Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.3880°/2.1507°

sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 36°

5. Irradiación global horizontal y temperatura ambiente - referencia climática

Mes	Gh _m	Gh _d	Dh _d	T ₂₄
ene	66	2.12	0.79	9.6
feb	86	3.07	1.09	10.1
mar	134	4.31	1.58	11.9
abr	162	5.39	2.01	13.4
may	196	6.33	2.42	17.0
jun	209	6.97	2.59	20.7
jul	214	6.91	2.56	23.3
ago	181	5.84	2.37	24.0
sep	133	4.43	1.90	20.8
oct	99	3.19	1.39	17.5
nov	67	2.23	0.90	13.0
dic	57	1.83	0.72	10.3
año	1603	4.39	1.70	16.0



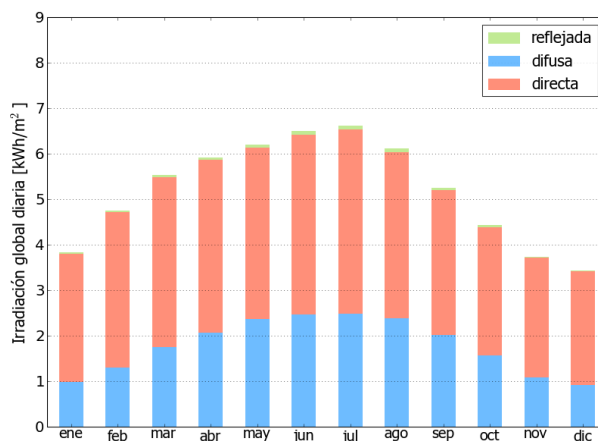
Medias anuales:

Gh _m	Irradiación global mensual [kWh/m²]
Gh _d	Irradiación global diaria [kWh/m²]
Dh _d	Irradiación difusa diaria [kWh/m²]
T ₂₄	Temperatura ambiente diaria (diurna) [°C]

6. Irradiación global en plano inclinado

Superficie fija, azimut 180° (sur), inclinación. 36°

Mes	Gi _m	Gi _d	Di _d	Ri _d	Sh _{loss}
ene	119	3.83	0.99	0.03	0.5
feb	133	4.75	1.30	0.04	0.4
mar	171	5.53	1.75	0.05	0.5
abr	178	5.92	2.07	0.06	0.5
may	192	6.20	2.36	0.07	0.5
jun	195	6.50	2.46	0.08	0.5
jul	205	6.61	2.48	0.08	0.5
ago	190	6.11	2.38	0.07	0.5
sep	158	5.25	2.01	0.05	0.5
oct	137	4.43	1.56	0.04	0.5
nov	112	3.74	1.09	0.03	0.5
dic	107	3.44	0.91	0.02	0.6
año	1897	5.19	1.78	0.05	0.5



Medias mensuales:

Gi _m	Irradiación global mensual [kWh/m²]
Gi _d	Irradiación global diaria [kWh/m²]
Di _d	Irradiación difusa diaria [kWh/m²]
Ri _d	Irradiación reflejada diaria [kWh/m²]

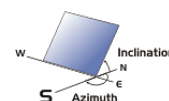
Sh_{loss} Pérdidas de irradiación global por sombreado topográfico [%]

Irradiación global anual media para diferentes tipos de superficie:

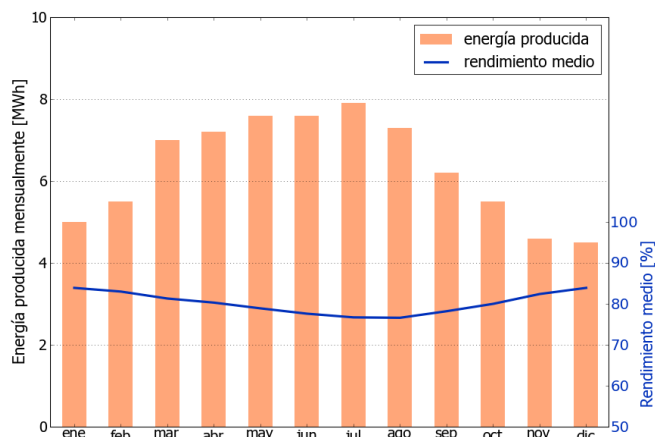
	kWh/m²	relativo a la inclinación óptima
Horizontal	1603	84.5%
Con inclinación óptima (36°)	1896	100.0%
Seguimiento a 2 ejes	2452	129.3%
Su opción	1896	100.0%

Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.3880°/2.1507°
sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 36°

7. Producción eléctrica FV inicial



Mes	Es _m	Es _d	Et _m	E _{share}	PR
ene	100	3.23	5.0	6.6	83.9
feb	111	3.95	5.5	7.3	83.0
mar	140	4.52	7.0	9.2	81.3
abr	143	4.78	7.2	9.4	80.3
may	153	4.92	7.6	10.0	78.9
jun	152	5.07	7.6	10.0	77.6
jul	158	5.10	7.9	10.4	76.7
ago	146	4.70	7.3	9.6	76.6
sep	124	4.13	6.2	8.1	78.2
oct	111	3.56	5.5	7.3	80.0
nov	93	3.10	4.6	6.1	82.4
dic	90	2.91	4.5	5.9	83.9
año	1520	4.16	76.0	100.0	79.8



Medias mensuales:

Es_m Producción eléctrica específica mensual total [kWh/kWp]
Es_d Producción eléctrica específica diaria total [kWh/kWp]
Et_m Producción eléctrica mensual total [MWh]

E_{share} Porcentaje mensual de producción eléctrica [%]
PR Rendimiento [%]

8. Pérdidas y rendimiento del sistema

Fase en la conversión de energía	Energía producida [kWh/kWp]	Pérdidas [kWh/kWp]	Pérdidas [%]	Rendimiento [parcial %]	Rendimiento [acumul. %]
1. Irrad. global incidente en la superficie (entrada)	1906	-	-	100.0	100.0
2. Irrad. global reducida por el sombreado topográfico	1896	-9	-0.5	99.5	99.5
3. Irrad. global reducida por la reflectividad	1847	-50	-2.6	97.4	96.9
4. Conversión DC en los módulos	1692	-155	-8.4	91.6	88.8
5. Otras pérdidas DC	1599	-93	-5.5	94.5	83.9
6. Inversores (conversión DC/AC)	1559	-40	-2.5	97.5	81.8
7. Pérdidas en AC en el transformador y el cableado	1535	-23	-1.5	98.5	80.6
8. Disponibilidad reducida	1520	-15	-1.0	99.0	79.8
Rendimiento total del sistema	1520	-386	-20.2	-	79.8

Fases de conversión de la energía y pérdidas asociadas:

1. Se asume una producción inicial bajo condiciones estándar de operación,
2. Reducción de la irradiación global debido a obstrucciones por el horizonte topográfico y otros módulos FV,
3. Proporción de irradiación global que es reflejada por la superficie de los módulos FV (típicamente, cristalinos),
4. Pérdidas en los módulos debido a la conversión de radiación solar en corriente continua (DC); cambio de la eficiencia por desvío de las condiciones estándar de operación,
5. Pérdidas DC: desajuste entre módulos FV, pérdidas de calor en los cables y conexiones, pérdidas debidas a suciedad, nieve, hielo y auto-sombreado de los módulos FV,
6. Este paso considera la eficiencia (Euro) para aproximar las pérdidas promedio en el inversor,
7. Las pérdidas en la sección AC y el transformador (donde sea aplicable) dependen de la arquitectura del sistema,
8. El parámetro de disponibilidad asume pérdidas debido a periodos de inactividad causados por operaciones de mantenimiento o fallos.

Las pérdidas en los pasos 2 y 4 están modeladas numéricamente en pvPlanner. Las pérdidas en los pasos 5 y 8 deben ser calculadas por el usuario. Los modelos de simulación tienen incertidumbres inherentes que no se contemplan en este informe. Si desea evaluar posibles riesgos, puede encontrar información adicional sobre los métodos de simulación empleados y las incertidumbres asociadas en <http://solargis.com/products/pvplanner/>.

Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.3880°/2.1507°
sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 36°

9. Solargis v21a - descripción de la base de datos

Solargis es una base de datos climáticos de alta resolución operada por Solargis s.r.o.. Las capas de información incluyen la radiación solar, la temperatura ambiente y datos del terreno (altura y horizonte).

Temperatura ambiente a 2 m: obtenida a partir de los reanálisis del CFSR (© NOAA NCEP, USA); años: 1994 - 2011; refinado a valores cada 15 minutos. Los datos han sido tratados topográficamente (la resolución de 1 km) para incluir la alta variabilidad espacial del terreno.

Radiación solar: obtenida a partir de los datos atmosféricos y del datos de satélite:

- Meteosat PRIME satélite (© EUMETSAT, Alemania) 1994 - 2015, los valores de 15 minutos o 30 minutos para Europa, África y Oriente Medio,
- Meteosat IODC satélite (© EUMETSAT, Alemania) 1999 - 2015, 30 - valores de minutos para Asia,
- GOES EAST satélite (© NOAA, USA) 1999 - 2015, 30 minutos los valores de América,
- GOES WEST satélite (© NOAA, USA) 1999 - 2015, 30 minutos los valores de América y Pacífico,
- MTSAT satélite (© JMA, Japón) 2007 - 2015, los valores de 30 minutos para el Pacífico,
- MACC-II/CAMS (© ECMWF, UK) 2003 - 2015, los datos atmosféricos,
- GFS (© NOAA, USA), 1994 - 2015, los datos atmosféricos,
- MERRA-2 (© NASA, USA), 1994 - 2002, los datos atmosféricos.

Esta evaluación asume años de 365 días. Ocasionalmente, pueden aparecer errores de redondeo numérico que no son atribuibles a defectos del algoritmo aplicado. Puede consultar información adicional sobre los datos, algoritmos y la incertidumbre aplicados en: <http://solargis.com/products/pvplanner/>.

10. Proveedor del servicio

Solargis s.r.o. , Milana Marečka 3, 84108 Bratislava, Eslovaquia; ID del proveedor: 45 354 766, CIF: SK2022962766; Registro: Registro comercial, Juzgado de Distrito Bratislava I, Sección Sro, Archivo 62765/B

11. Modo de uso

Este informe muestra la estimación de la energía solar en la fase de puesta en marcha de un sistema fotovoltaico. Las estimaciones son lo suficientemente precisas para sistemas FV pequeños y medianos. Para simulaciones con seguidores solares, sólo se presentan opciones teóricas sin considerar 'backtracking' ni sombreado. Para la planificación y financiación de grandes proyectos, es necesaria más información:

1. Distribución estadística e incertidumbre de la radiación solar.
2. Especificación detallada del sistema FV
3. Variabilidad interanual e incertidumbre P90 de la producción FV
4. Ciclo de vida de la producción energética teniendo en cuenta la degradación del rendimiento de los componentes FV. Puede encontrar más información acerca del cálculo completo de la producción FV en: <http://solargis.com/products/pv-yield-assessment-study/>.

12. Responsabilidad e información legal

Dada la naturaleza fluctuante del clima, los cambios inter-anales del mismo, y la incertidumbre en las medidas y los procedimientos de cálculo aplicados, Solargis s.r.o. no puede garantizar totalmente la exactitud de sus datos. No obstante, se ha puesto el máximo empeño en el cálculo preciso de las condiciones climáticas basándose en los mejores datos, software y conocimiento disponibles. Solargis s.r.o. no se responsabiliza de ningún daño ocasionado directa o indirectamente como consecuencia del uso del informe proporcionado.

Este informe es propiedad de © 2016 Solargis s.r.o., todos los derechos reservados.
Solargis® es una marca registrada de Solargis s.r.o.

13. Información de contacto

Este informe ha sido generado por SUNCO ENERGY, S.L., C/Bergueda 1 A-3, 08820, BARCELONA, Spain,
<http://www.suncosystems.com>.

Este documento está firmado electrónicamente por Solargis s.r.o..

EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA

Número del informe: PV-29361-1611-190
 Fecha: 11 de noviembre de 2016 11:31 (UTC)

1. Descripción del emplazamiento

Nombre del sitio: Barcelona, España

Coordenadas: **41° 22' 41.59" N, 02° 09' 29.47" E**
 Elevación: 34 m
 Pendiente: 1°
 Orientación: 328° noroeste

Irradiación global anual en plano inclinado: **1902 kWh/m²**
 Temperatura ambiente anual a 2 m: **16.1 °C**

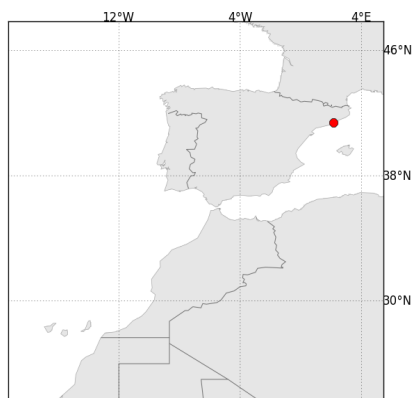
Localización en el mapa: <http://solargis.info/imaps/#tl=Google:satellite&loc=41.37822,2.158187&z=20>

2. Descripción del sistema FV

Potencia instalada: **50.0 kWp**
 Tipo de módulos: silicio cristalino (c-Si)
 Estructura: **estructura fija, sobreelevada**
 Orient./Incl.: **180° (sur) / 36°**
 Efic. (Euro) inversor: 97.5%
 Pérdidas DC/AC: 5.5% / 1.5%
 Disponibilidad: 99.0%

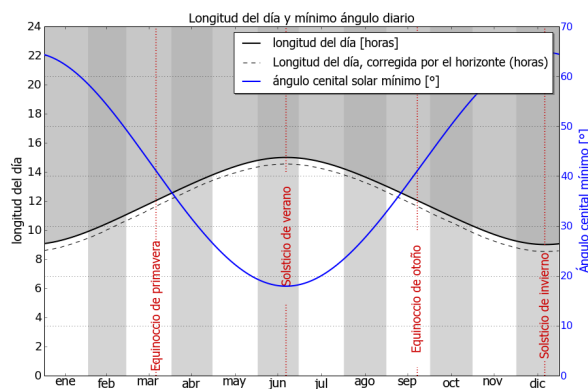
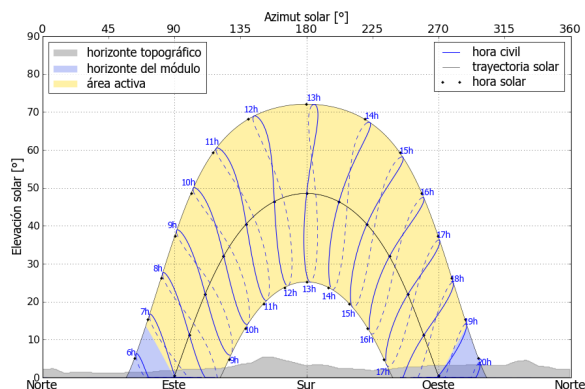
Producción eléctrica anual media: **76.2 MWh**
 Rendimiento medio: **79.7%**

3. Localización geográfica



Google Maps © 2016 Google

4. Horizonte topográfico y longitud del día



Izquierda: Trayectoria solar anual. El horizonte topográfico (en gris) y el horizonte del módulo (en azul) pueden dar lugar a ocultaciones solares. Los puntos negros muestran el tiempo solar verdadero. Las etiquetas en azul indican la hora civil local.

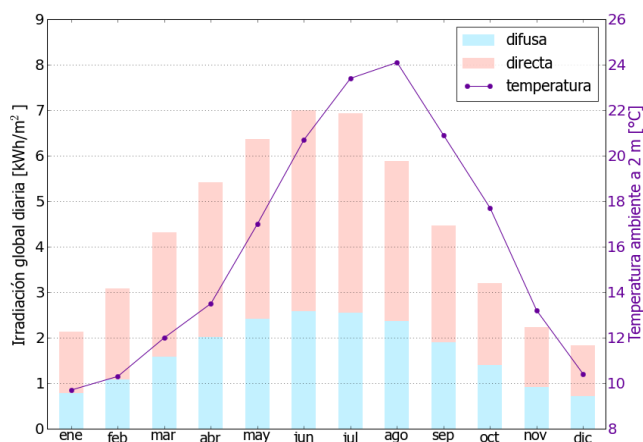
Derecha: Duración del día y ángulo cenital solar a lo largo del año. Si el horizonte local no es nulo, la duración real del día (tiempo en que el Sol está por encima del horizonte local) es menor que la duración astronómica.

Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.3782°/2.1582°

sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 36°

5. Irradiación global horizontal y temperatura ambiente - referencia climática

Mes	Gh _m	Gh _d	Dh _d	T ₂₄
ene	66	2.13	0.79	9.7
feb	86	3.08	1.09	10.3
mar	134	4.32	1.59	12.0
abr	163	5.42	2.02	13.5
may	197	6.36	2.42	17.0
jun	210	7.00	2.59	20.7
jul	215	6.93	2.55	23.4
ago	182	5.88	2.36	24.1
sep	134	4.46	1.90	20.9
oct	99	3.20	1.40	17.7
nov	67	2.23	0.91	13.2
dic	57	1.83	0.72	10.4
año	1610	4.41	1.70	16.1



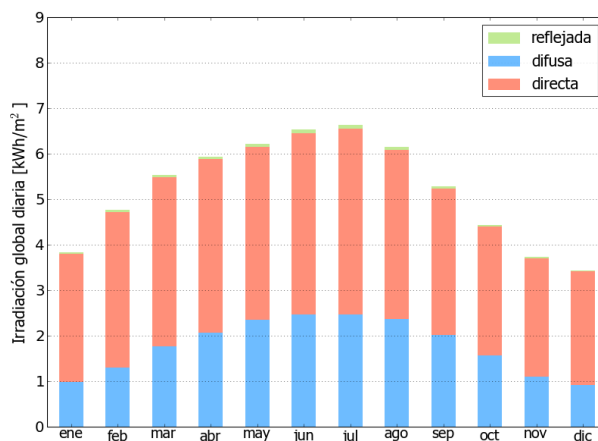
Medias anuales:

Gh _m	Irradiación global mensual [kWh/m²]
Gh _d	Irradiación global diaria [kWh/m²]
Dh _d	Irradiación difusa diaria [kWh/m²]
T ₂₄	Temperatura ambiente diaria (diurna) [°C]

6. Irradiación global en plano inclinado

Superficie fija, azimut 180° (sur), inclinación. 36°

Mes	Gi _m	Gi _d	Di _d	Ri _d	Sh _{loss}
ene	119	3.83	0.99	0.03	0.4
feb	133	4.76	1.30	0.04	0.4
mar	172	5.54	1.76	0.05	0.5
abr	178	5.94	2.07	0.06	0.6
may	193	6.22	2.35	0.07	0.6
jun	196	6.53	2.46	0.08	0.6
jul	206	6.63	2.47	0.08	0.6
ago	191	6.15	2.37	0.07	0.6
sep	159	5.28	2.01	0.05	0.6
oct	138	4.44	1.57	0.04	0.6
nov	112	3.73	1.10	0.03	0.5
dic	107	3.44	0.92	0.02	0.5
año	1902	5.21	1.78	0.05	0.6



Medias mensuales:

Gi _m	Irradiación global mensual [kWh/m²]
Gi _d	Irradiación global diaria [kWh/m²]
Di _d	Irradiación difusa diaria [kWh/m²]
Ri _d	Irradiación reflejada diaria [kWh/m²]

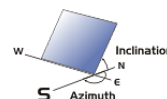
Sh_{loss} Pérdidas de irradiación global por sombreado topográfico [%]

Irradiación global anual media para diferentes tipos de superficie:

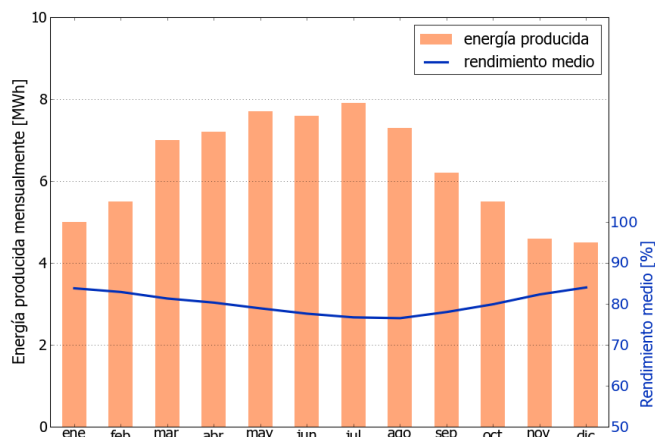
	kWh/m²	relativo a la inclinación óptima
Horizontal	1610	84.6%
Con inclinación óptima (36°)	1902	100.0%
Seguimiento a 2 ejes	2463	129.5%
Su opción	1902	100.0%

Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.3782°/2.1582°
sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 36°

7. Producción eléctrica FV inicial



Mes	Es _m	Es _d	Et _m	E _{share}	PR
ene	100	3.23	5.0	6.6	83.8
feb	111	3.96	5.5	7.3	82.9
mar	140	4.53	7.0	9.2	81.3
abr	144	4.80	7.2	9.4	80.3
may	153	4.94	7.7	10.1	78.9
jun	153	5.10	7.6	10.0	77.6
jul	159	5.12	7.9	10.4	76.7
ago	147	4.74	7.3	9.6	76.5
sep	125	4.15	6.2	8.2	78.0
oct	111	3.57	5.5	7.3	79.9
nov	93	3.08	4.6	6.1	82.3
dic	90	2.90	4.5	5.9	84.0
año	1524	4.18	76.2	100.0	79.7



Medias mensuales:

Es_m Producción eléctrica específica mensual total [kWh/kWp]
Es_d Producción eléctrica específica diaria total [kWh/kWp]
Et_m Producción eléctrica mensual total [MWh]

E_{share} Percentage mensual de producción eléctrica [%]
PR Rendimiento [%]

8. Pérdidas y rendimiento del sistema

Fase en la conversión de energía	Energía producida [kWh/kWp]	Pérdidas [kWh/kWp]	Pérdidas [%]	Rendimiento [parcial %]	Rendimiento [acumul. %]
1. Irrad. global incidente en la superficie (entrada)	1913	-	-	100.0	100.0
2. Irrad. global reducida por el sombreado topográfico	1902	-11	-0.6	99.4	99.4
3. Irrad. global reducida por la reflectividad	1852	-50	-2.6	97.4	96.8
4. Conversión DC en los módulos	1697	-155	-8.4	91.6	88.7
5. Otras pérdidas DC	1603	-93	-5.5	94.5	83.8
6. Inversores (conversión DC/AC)	1563	-40	-2.5	97.5	81.7
7. Pérdidas en AC en el transformador y el cableado	1540	-23	-1.5	98.5	80.5
8. Disponibilidad reducida	1525	-15	-1.0	99.0	79.7
Rendimiento total del sistema	1525	-388	-20.3	-	79.7

Fases de conversión de la energía y pérdidas asociadas:

1. Se asume una producción inicial bajo condiciones estándar de operación,
2. Reducción de la irradiación global debido a obstrucciones por el horizonte topográfico y otros módulos FV,
3. Proporción de irradiación global que es reflejada por la superficie de los módulos FV (típicamente, cristalinos),
4. Pérdidas en los módulos debido a la conversión de radiación solar en corriente continua (DC); cambio de la eficiencia por desvío de las condiciones estándar de operación,
5. Pérdidas DC: desajuste entre módulos FV, pérdidas de calor en los cables y conexiones, pérdidas debidas a suciedad, nieve, hielo y auto-sombreado de los módulos FV,
6. Este paso considera la eficiencia (Euro) para aproximar las pérdidas promedio en el inversor,
7. Las pérdidas en la sección AC y el transformador (donde sea aplicable) dependen de la arquitectura del sistema,
8. El parámetro de disponibilidad asume pérdidas debido a periodos de inactividad causados por operaciones de mantenimiento o fallos.

Las pérdidas en los pasos 2 y 4 están modeladas numéricamente en pvPlanner. Las pérdidas en los pasos 5 y 8 deben ser calculadas por el usuario. Los modelos de simulación tienen incertidumbres inherentes que no se contemplan en este informe. Si desea evaluar posibles riesgos, puede encontrar información adicional sobre los métodos de simulación empleados y las incertidumbres asociadas en <http://solargis.com/products/pvplanner/>.

Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.3782°/2.1582°
sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 36°

9. Solargis v21a - descripción de la base de datos

Solargis es una base de datos climáticos de alta resolución operada por Solargis s.r.o.. Las capas de información incluyen la radiación solar, la temperatura ambiente y datos del terreno (altura y horizonte).

Temperatura ambiente a 2 m: obtenida a partir de los reanálisis del CFSR (© NOAA NCEP, USA); años: 1994 - 2011; refinado a valores cada 15 minutos. Los datos han sido tratados topográficamente (la resolución de 1 km) para incluir la alta variabilidad espacial del terreno.

Radiación solar: obtenida a partir de los datos atmosféricos y del datos de satélite:

- Meteosat PRIME satélite (© EUMETSAT, Alemania) 1994 - 2015, los valores de 15 minutos o 30 minutos para Europa, África y Oriente Medio,
- Meteosat IODC satélite (© EUMETSAT, Alemania) 1999 - 2015, 30 - valores de minutos para Asia,
- GOES EAST satélite (© NOAA, USA) 1999 - 2015, 30 minutos los valores de América,
- GOES WEST satélite (© NOAA, USA) 1999 - 2015, 30 minutos los valores de América y Pacífico,
- MTSAT satélite (© JMA, Japón) 2007 - 2015, los valores de 30 minutos para el Pacífico,
- MACC-II/CAMS (© ECMWF, UK) 2003 - 2015, los datos atmosféricos,
- GFS (© NOAA, USA), 1994 - 2015, los datos atmosféricos,
- MERRA-2 (© NASA, USA), 1994 - 2002, los datos atmosféricos.

Esta evaluación asume años de 365 días. Ocasionalmente, pueden aparecer errores de redondeo numérico que no son atribuibles a defectos del algoritmo aplicado. Puede consultar información adicional sobre los datos, algoritmos y la incertidumbre aplicados en: <http://solargis.com/products/pvplanner/>.

10. Proveedor del servicio

Solargis s.r.o. , Milana Marečka 3, 84108 Bratislava, Eslovaquia; ID del proveedor: 45 354 766, CIF: SK2022962766; Registro: Registro comercial, Juzgado de Distrito Bratislava I, Sección Sro, Archivo 62765/B

11. Modo de uso

Este informe muestra la estimación de la energía solar en la fase de puesta en marcha de un sistema fotovoltaico. Las estimaciones son lo suficientemente precisas para sistemas FV pequeños y medianos. Para simulaciones con seguidores solares, sólo se presentan opciones teóricas sin considerar 'backtracking' ni sombreado. Para la planificación y financiación de grandes proyectos, es necesaria más información:

1. Distribución estadística e incertidumbre de la radiación solar.
2. Especificación detallada del sistema FV
3. Variabilidad interanual e incertidumbre P90 de la producción FV
4. Ciclo de vida de la producción energética teniendo en cuenta la degradación del rendimiento de los componentes FV. Puede encontrar más información acerca del cálculo completo de la producción FV en: <http://solargis.com/products/pv-yield-assessment-study/>.

12. Responsabilidad e información legal

Dada la naturaleza fluctuante del clima, los cambios inter-anales del mismo, y la incertidumbre en las medidas y los procedimientos de cálculo aplicados, Solargis s.r.o. no puede garantizar totalmente la exactitud de sus datos. No obstante, se ha puesto el máximo empeño en el cálculo preciso de las condiciones climáticas basándose en los mejores datos, software y conocimiento disponibles. Solargis s.r.o. no se responsabiliza de ningún daño ocasionado directa o indirectamente como consecuencia del uso del informe proporcionado.

Este informe es propiedad de © 2016 Solargis s.r.o., todos los derechos reservados.
Solargis® es una marca registrada de Solargis s.r.o.

13. Información de contacto

Este informe ha sido generado por SUNCO ENERGY, S.L., C/Bergueda 1 A-3, 08820, BARCELONA, Spain,
<http://www.suncosystems.com>.

Este documento está firmado electrónicamente por Solargis s.r.o..

EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA

Número del informe: PV-29361-1612-709

Fecha: 09 de diciembre de 2016 10:32 (UTC)

1. Descripción del emplazamiento

Nombre del sitio: Barcelona, España

Coordenadas: **41° 22' 20.98" N, 02° 09' 50.81" E**

Elevación: 39 m

Pendiente: 6°

Orientación: 348° norte

Irradiación global anual en plano inclinado: **1888 kWh/m²**

Temperatura ambiente anual a 2 m: **16.1 °C**

2. Descripción del sistema FV

Potencia instalada: **50.0 kWp**

Tipo de módulos: silicio cristalino (c-Si)

Estructura: **estructura fija, sobreelevada**

Orient./Incl.: **180° (sur) / 35°**

Efic. (Euro) inversor: 97.5%

Pérdidas DC/AC: 5.5% / 1.5%

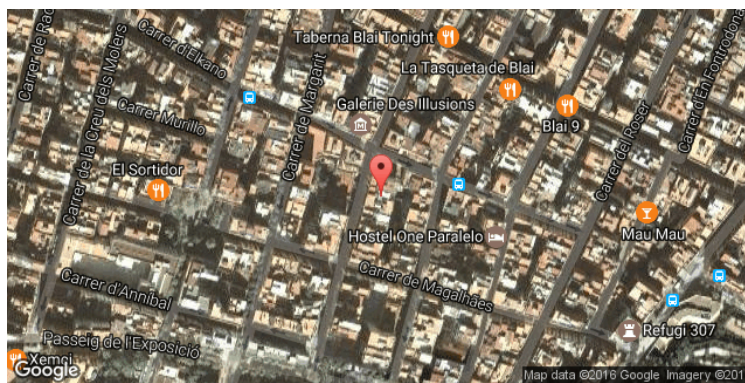
Disponibilidad: 99.0%

Producción eléctrica anual media: **75.7 MWh**

Rendimiento medio: **79.1%**

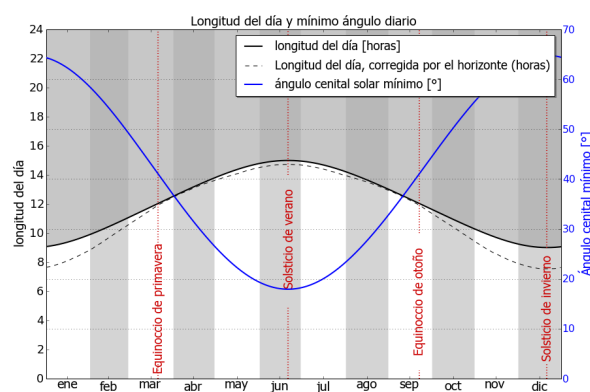
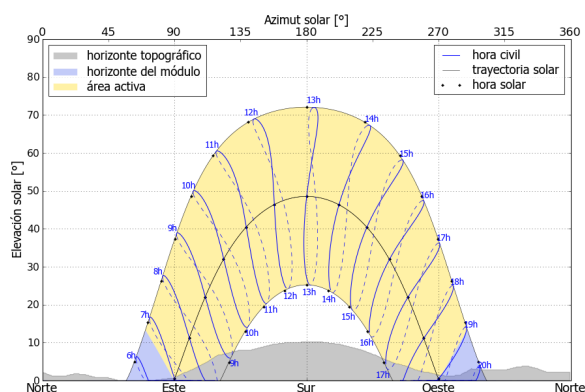
Localización en el mapa: <http://solargis.info/imaps/#tl=Google:satellite&loc=41.3724932528,2.16411352158&z=17>

3. Localización geográfica



Google Maps © 2016 Google

4. Horizonte topográfico y longitud del día



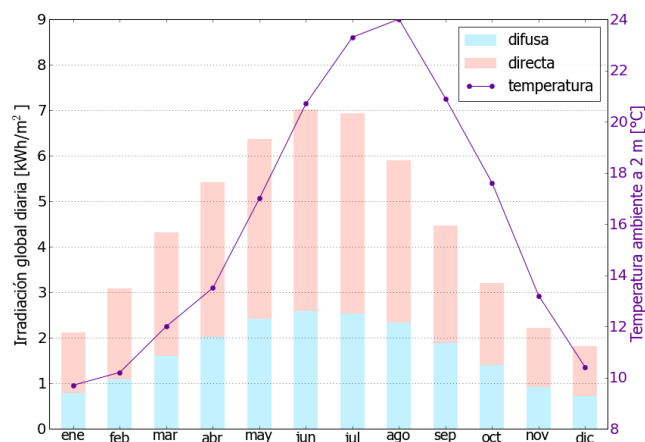
Izquierda: Trayectoria solar anual. El horizonte topográfico (en gris) y el horizonte del módulo (en azul) pueden dar lugar a ocultaciones solares. Los puntos negros muestran el tiempo solar verdadero. Las etiquetas en azul indican la hora civil local.

Derecha: Duración del día y ángulo cenital solar a lo largo del año. Si el horizonte local no es nulo, la duración real del día (tiempo en que el Sol está por encima del horizonte local) es menor que la duración astronómica.

Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.3725°/2.1641°
sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 35°

5. Irradiación global horizontal y temperatura ambiente - referencia climática

Mes	Gh _m	Gh _d	Dh _d	T ₂₄
ene	66	2.12	0.79	9.7
feb	86	3.08	1.09	10.2
mar	134	4.32	1.60	12.0
abr	163	5.42	2.02	13.5
may	197	6.37	2.42	17.0
jun	210	7.01	2.59	20.7
jul	215	6.94	2.54	23.3
ago	183	5.90	2.34	24.0
sep	134	4.47	1.89	20.9
oct	99	3.20	1.40	17.6
nov	66	2.21	0.91	13.2
dic	56	1.81	0.72	10.4
año	1610	4.41	1.70	16.1



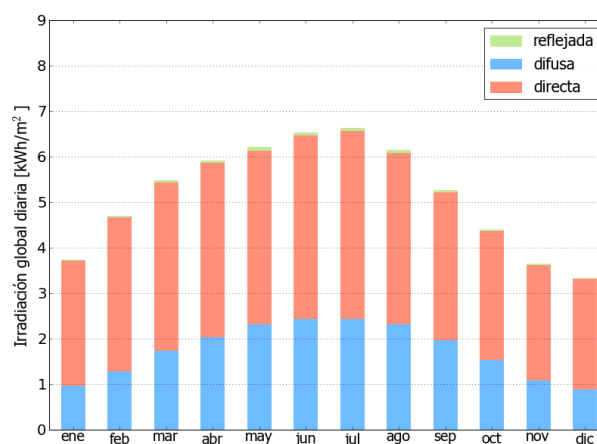
Medias anuales:

Gh_m Irradiación global mensual [kWh/m²]
Gh_d Irradiación global diaria [kWh/m²]
Dh_d Irradiación difusa diaria [kWh/m²]
T₂₄ Temperatura ambiente diaria (diurna) [°C]

6. Irradiación global en plano inclinado

Superficie fija, azimut 180° (sur), inclinación. 35°

Mes	Gi _m	Gi _d	Di _d	Ri _d	Sh _{loss}
ene	116	3.74	0.97	0.02	1.8
feb	132	4.70	1.28	0.03	1.0
mar	170	5.49	1.73	0.05	1.2
abr	177	5.92	2.04	0.06	1.3
may	193	6.21	2.31	0.07	1.4
jun	196	6.54	2.43	0.08	1.3
jul	206	6.64	2.43	0.08	1.2
ago	191	6.15	2.32	0.07	1.4
sep	158	5.26	1.97	0.05	1.4
oct	136	4.40	1.54	0.04	1.4
nov	109	3.65	1.08	0.03	1.8
dic	104	3.33	0.89	0.02	2.2
año	1888	5.17	1.75	0.05	1.4



Medias mensuales:

Gi_m Irradiación global mensual [kWh/m²]
Gi_d Irradiación global diaria [kWh/m²]
Di_d Irradiación difusa diaria [kWh/m²]
Ri_d Irradiación reflejada diaria [kWh/m²]

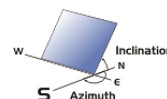
Sh_{loss} Pérdidas de irradiación global por sombreado topográfico [%]

Irradiación global anual media para diferentes tipos de superficie:

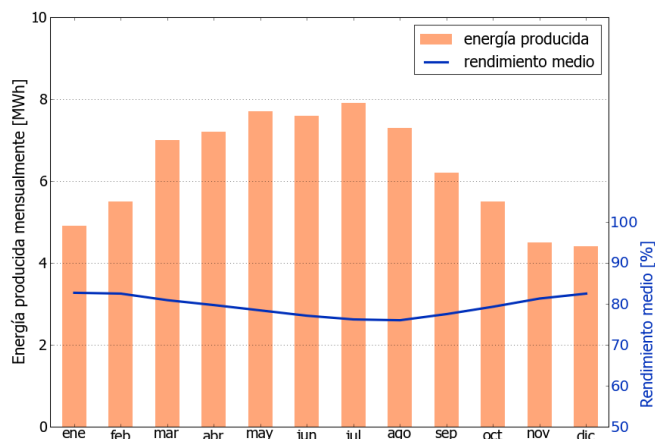
	kWh/m²	relativo a la inclinación óptima
Horizontal	1610	85.3%
Con inclinación óptima (35°)	1888	100.0%
Seguimiento a 2 ejes	2447	129.7%
Su opción	1888	100.0%

Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.3725°/2.1641°
sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 35°

7. Producción eléctrica FV inicial



Mes	Es _m	Es _d	Et _m	E _{share}	PR
ene	98	3.16	4.9	6.5	82.7
feb	110	3.92	5.5	7.3	82.5
mar	139	4.49	7.0	9.2	80.9
abr	143	4.78	7.2	9.5	79.7
may	153	4.94	7.7	10.1	78.4
jun	153	5.10	7.6	10.1	77.1
jul	159	5.12	7.9	10.5	76.2
ago	147	4.74	7.3	9.7	76.0
sep	124	4.14	6.2	8.2	77.5
oct	110	3.54	5.5	7.2	79.3
nov	90	3.01	4.5	6.0	81.3
dic	87	2.82	4.4	5.8	82.5
año	1514	4.15	75.7	100.0	79.1



Medias mensuales:

Es_m Producción eléctrica específica mensual total [kWh/kWp]
Es_d Producción eléctrica específica diaria total [kWh/kWp]
Et_m Producción eléctrica mensual total [MWh]

E_{share} Porcentaje mensual de producción eléctrica [%]
PR Rendimiento [%]

8. Pérdidas y rendimiento del sistema

Fase en la conversión de energía	Energía producida [kWh/kWp]	Pérdidas [kWh/kWp]	Pérdidas [%]	Rendimiento	
				[parcial %]	[acumul. %]
1. Irrad. global incidente en la superficie (entrada)	1914	-	-	100.0	100.0
2. Irrad. global reducida por el sombreado topográfico	1888	-27	-1.4	98.6	98.6
3. Irrad. global reducida por la reflectividad	1838	-49	-2.6	97.4	96.0
4. Conversión DC en los módulos	1685	-153	-8.3	91.7	88.0
5. Otras pérdidas DC	1592	-93	-5.5	94.5	83.2
6. Inversores (conversión DC/AC)	1552	-40	-2.5	97.5	81.1
7. Pérdidas en AC en el transformador y el cableado	1529	-23	-1.5	98.5	79.9
8. Disponibilidad reducida	1514	-15	-1.0	99.0	79.1
Rendimiento total del sistema	1514	-401	-20.9	-	79.1

Fases de conversión de la energía y pérdidas asociadas:

1. Se asume una producción inicial bajo condiciones estándar de operación,
2. Reducción de la irradiación global debido a obstrucciones por el horizonte topográfico y otros módulos FV,
3. Proporción de irradiación global que es reflejada por la superficie de los módulos FV (típicamente, cristalinos),
4. Pérdidas en los módulos debido a la conversión de radiación solar en corriente continua (DC); cambio de la eficiencia por desvío de las condiciones estándar de operación,
5. Pérdidas DC: desajuste entre módulos FV, pérdidas de calor en los cables y conexiones, pérdidas debidas a suciedad, nieve, hielo y auto-sombreado de los módulos FV,
6. Este paso considera la eficiencia (Euro) para aproximar las pérdidas promedio en el inversor,
7. Las pérdidas en la sección AC y el transformador (donde sea aplicable) dependen de la arquitectura del sistema,
8. El parámetro de disponibilidad asume pérdidas debido a periodos de inactividad causados por operaciones de mantenimiento o fallos.

Las pérdidas en los pasos 2 y 4 están modeladas numéricamente en pvPlanner. Las pérdidas en los pasos 5 y 8 deben ser calculadas por el usuario. Los modelos de simulación tienen incertidumbres inherentes que no se contemplan en este informe. Si desea evaluar posibles riesgos, puede encontrar información adicional sobre los métodos de simulación empleados y las incertidumbres asociadas en <http://solargis.com/products/pvplanner/>.

Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.3725°/2.1641°

sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 35°

9. Solargis v21a - descripción de la base de datos

Solargis es una base de datos climáticos de alta resolución operada por Solargis s.r.o.. Las capas de información incluyen la radiación solar, la temperatura ambiente y datos del terreno (altura y horizonte).

Temperatura ambiente a 2 m: obtenida a partir de los reanálisis del CFSR (© NOAA NCEP, USA); años: 1994 - 2011; refinado a valores cada 15 minutos. Los datos han sido tratados topográficamente (la resolución de 1 km) para incluir la alta variabilidad espacial del terreno.

Radiación solar: obtenida a partir de los datos atmosféricos y del datos de satélite:

- Meteosat PRIME satélite (© EUMETSAT, Alemania) 1994 - 2015, los valores de 15 minutos o 30 minutos para Europa, África y Oriente Medio,
- Meteosat IODC satélite (© EUMETSAT, Alemania) 1999 - 2015, 30 - valores de minutos para Asia,
- GOES EAST satélite (© NOAA, USA) 1999 - 2015, 30 minutos los valores de América,
- GOES WEST satélite (© NOAA, USA) 1999 - 2015, 30 minutos los valores de América y Pacífico,
- MTSAT satélite (© JMA, Japón) 2007 - 2015, los valores de 30 minutos para el Pacífico,
- MACC-II/CAMS (© ECMWF, UK) 2003 - 2015, los datos atmosféricos,
- GFS (© NOAA, USA), 1994 - 2015, los datos atmosféricos,
- MERRA-2 (© NASA, USA), 1994 - 2002, los datos atmosféricos.

Esta evaluación asume años de 365 días. Ocasionalmente, pueden aparecer errores de redondeo numérico que no son atribuibles a defectos del algoritmo aplicado. Puede consultar información adicional sobre los datos, algoritmos y la incertidumbre aplicados en: <http://solargis.com/products/pvplanner/>.

10. Proveedor del servicio

Solargis s.r.o. , Milana Marečka 3, 84108 Bratislava, Eslovaquia; ID del proveedor: 45 354 766, CIF: SK2022962766; Registro: Registro comercial, Juzgado de Distrito Bratislava I, Sección Sro, Archivo 62765/B

11. Modo de uso

Este informe muestra la estimación de la energía solar en la fase de puesta en marcha de un sistema fotovoltaico. Las estimaciones son lo suficientemente precisas para sistemas FV pequeños y medianos. Para simulaciones con seguidores solares, sólo se presentan opciones teóricas sin considerar 'backtracking' ni sombreado. Para la planificación y financiación de grandes proyectos, es necesaria más información:

1. Distribución estadística e incertidumbre de la radiación solar.
2. Especificación detallada del sistema FV
3. Variabilidad interanual e incertidumbre P90 de la producción FV
4. Ciclo de vida de la producción energética teniendo en cuenta la degradación del rendimiento de los componentes FV. Puede encontrar más información acerca del cálculo completo de la producción FV en: <http://solargis.com/products/pv-yield-assessment-study/>.

12. Responsabilidad e información legal

Dada la naturaleza fluctuante del clima, los cambios inter- anuales del mismo, y la incertidumbre en las medidas y los procedimientos de cálculo aplicados, Solargis s.r.o. no puede garantizar totalmente la exactitud de sus datos. No obstante, se ha puesto el máximo empeño en el cálculo preciso de las condiciones climáticas basándose en los mejores datos, software y conocimiento disponibles. Solargis s.r.o. no se responsabiliza de ningún daño ocasionado directa o indirectamente como consecuencia del uso del informe proporcionado.

Este informe es propiedad de © 2016 Solargis s.r.o., todos los derechos reservados.
Solargis® es una marca registrada de Solargis s.r.o.

13. Información de contacto

Este informe ha sido generado por SUNCO ENERGY, S.L., C/Bergueda 1 A-3, 08820, BARCELONA, Spain,
<http://www.suncosystems.com>.

Este documento está firmado electrónicamente por Solargis s.r.o..

EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA

Número del informe: PV-29361-1612-721
 Fecha: 09 de diciembre de 2016 10:35 (UTC)

1. Descripción del emplazamiento

Nombre del sitio: Barcelona, España

Coordenadas: **41° 20' 26.63" N, 02° 08' 2.12" E**
 Elevación: 12 m
 Pendiente: 3°
 Orientación: 248° sudoeste

Irradiación global anual en plano inclinado: **1926 kWh/m²**
 Temperatura ambiente anual a 2 m: **16.3 °C**

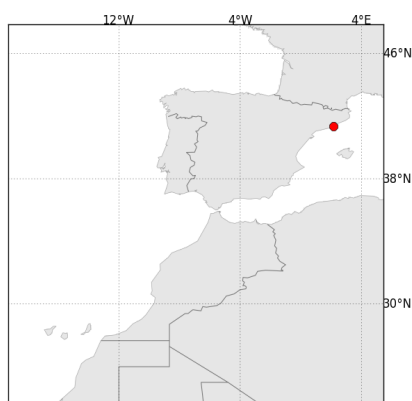
2. Descripción del sistema FV

Potencia instalada: **50.0 kWp**
 Tipo de módulos: silicio cristalino (**c-Si**)
 Estructura: **estructura fija, sobreelevada**
 Orient./Incl.: **180° (sur) / 36°**
 Efic. (Euro) inversor: 97.5%
 Pérdidas DC/AC: 5.5% / 1.5%
 Disponibilidad: 99.0%

Producción eléctrica anual media: **77.2 MWh**
 Rendimiento medio: **79.9%**

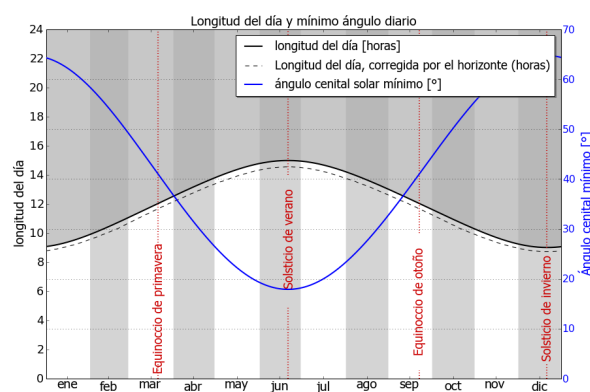
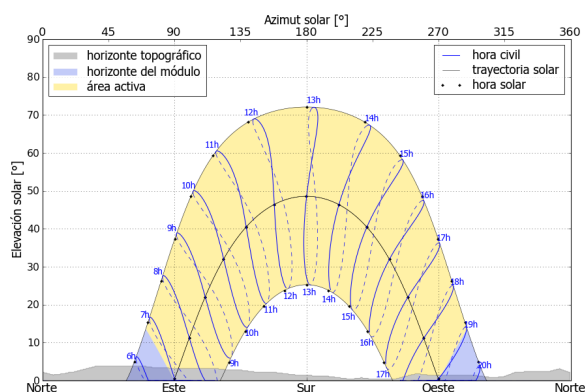
Localización en el mapa: <http://solargis.info/imaps/#?tl=Google:satellite&loc=41.3407314756,2.1339225769&z=15>

3. Localización geográfica



Google Maps © 2016 Google

4. Horizonte topográfico y longitud del día



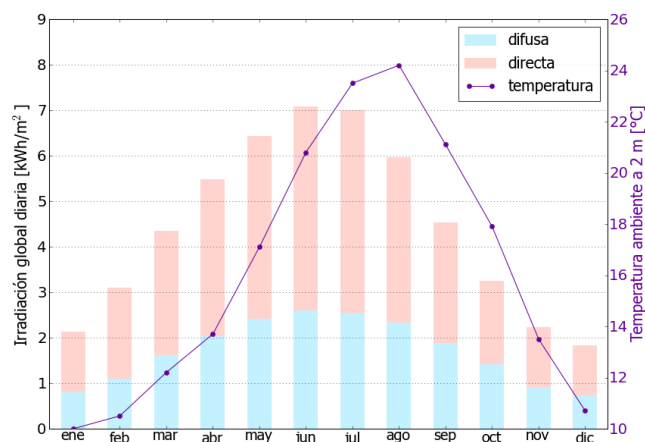
Izquierda: Trayectoria solar anual. El horizonte topográfico (en gris) y el horizonte del módulo (en azul) pueden dar lugar a ocultaciones solares. Los puntos negros muestran el tiempo solar verdadero. Las etiquetas en azul indican la hora civil local.

Derecha: Duración del día y ángulo cenital solar a lo largo del año. Si el horizonte local no es nulo, la duración real del día (tiempo en que el Sol está por encima del horizonte local) es menor que la duración astronómica.

Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.3407°/2.1339°
sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 36°

5. Irradiación global horizontal y temperatura ambiente - referencia climática

Mes	Gh _m	Gh _d	Dh _d	T ₂₄
ene	66	2.14	0.80	10.0
feb	87	3.10	1.10	10.5
mar	135	4.35	1.61	12.2
abr	164	5.48	2.03	13.7
may	199	6.43	2.41	17.1
jun	213	7.08	2.60	20.8
jul	217	7.00	2.54	23.5
ago	185	5.97	2.34	24.2
sep	136	4.54	1.88	21.1
oct	101	3.25	1.41	17.9
nov	67	2.24	0.92	13.5
dic	57	1.83	0.73	10.7
año	1627	4.46	1.70	16.3



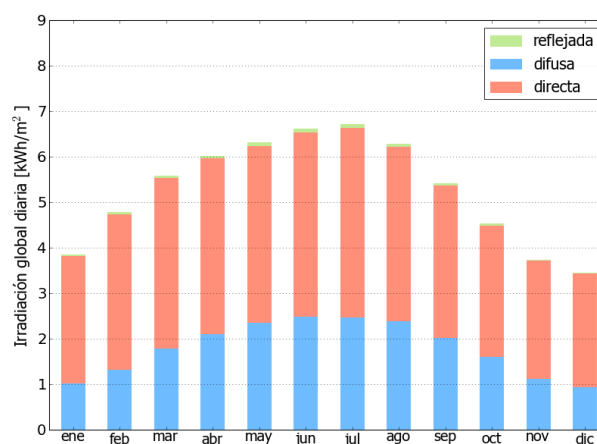
Medias anuales:

Gh_m Irradiación global mensual [kWh/m²]
Gh_d Irradiación global diaria [kWh/m²]
Dh_d Irradiación difusa diaria [kWh/m²]
T₂₄ Temperatura ambiente diaria (diurna) [°C]

6. Irradiación global en plano inclinado

Superficie fija, azimut 180° (sur), inclinación. 36°

Mes	Gi _m	Gi _d	Di _d	Ri _d	Sh _{loss}
ene	119	3.85	1.01	0.03	0.2
feb	134	4.78	1.32	0.04	0.2
mar	173	5.58	1.79	0.05	0.3
abr	181	6.02	2.10	0.06	0.3
may	196	6.31	2.35	0.08	0.3
jun	199	6.62	2.48	0.08	0.3
jul	208	6.71	2.47	0.08	0.3
ago	195	6.28	2.38	0.07	0.3
sep	163	5.41	2.02	0.05	0.3
oct	140	4.53	1.60	0.04	0.3
nov	112	3.74	1.12	0.03	0.3
dic	107	3.45	0.93	0.02	0.3
año	1926	5.28	1.80	0.05	0.3



Medias mensuales:

Gi_m Irradiación global mensual [kWh/m²]
Gi_d Irradiación global diaria [kWh/m²]
Di_d Irradiación difusa diaria [kWh/m²]
Ri_d Irradiación reflejada diaria [kWh/m²]

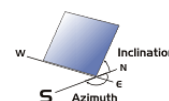
Sh_{loss} Pérdidas de irradiación global por sombreado topográfico [%]

Irradiación global anual media para diferentes tipos de superficie:

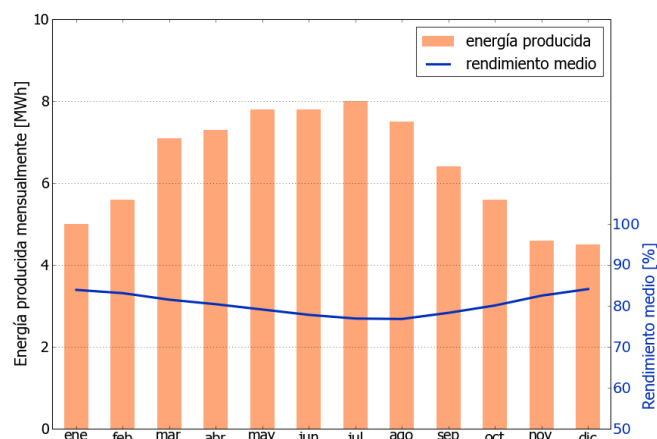
	kWh/m²	relativo a la inclinación óptima
Horizontal	1627	84.5%
Con inclinación óptima (36°)	1926	100.0%
Seguimiento a 2 ejes	2490	129.3%
Su opción	1926	100.0%

Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.3407°/2.1339°
sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 36°

7. Producción eléctrica FV inicial



Mes	Es _m	Es _d	Et _m	E _{share}	PR
ene	100	3.24	5.0	6.5	83.9
feb	112	3.98	5.6	7.2	83.1
mar	142	4.56	7.1	9.2	81.5
abr	146	4.86	7.3	9.4	80.4
may	155	5.01	7.8	10.1	79.1
jun	155	5.17	7.8	10.0	77.8
jul	161	5.18	8.0	10.4	76.9
ago	150	4.83	7.5	9.7	76.8
sep	128	4.25	6.4	8.3	78.3
oct	113	3.64	5.6	7.3	80.1
nov	93	3.09	4.6	6.0	82.5
dic	90	2.91	4.5	5.8	84.1
año	1543	4.23	77.2	100.0	79.9



Medias mensuales:

Es_m Producción eléctrica específica mensual total [kWh/kWp]
Es_d Producción eléctrica específica diaria total [kWh/kWp]
Et_m Producción eléctrica mensual total [MWh]

E_{share} Percentage mensual de producción eléctrica [%]
PR Rendimiento [%]

8. Pérdidas y rendimiento del sistema

Fase en la conversión de energía	Energía producida [kWh/kWp]	Pérdidas [kWh/kWp]	Pérdidas [%]	Rendimiento [parcial %]	Rendimiento [acumul. %]
1. Irrad. global incidente en la superficie (entrada)	1932	-	-	100.0	100.0
2. Irrad. global reducida por el sombreado topográfico	1926	-6	-0.3	99.7	99.7
3. Irrad. global reducida por la reflectividad	1876	-50	-2.6	97.4	97.1
4. Conversión DC en los módulos	1718	-158	-8.4	91.6	88.9
5. Otras pérdidas DC	1623	-95	-5.5	94.5	84.0
6. Inversores (conversión DC/AC)	1583	-41	-2.5	97.5	81.9
7. Pérdidas en AC en el transformador y el cableado	1559	-24	-1.5	98.5	80.7
8. Disponibilidad reducida	1543	-16	-1.0	99.0	79.9
Rendimiento total del sistema	1543	-389	-20.1	-	79.9

Fases de conversión de la energía y pérdidas asociadas:

1. Se asume una producción inicial bajo condiciones estándar de operación,
2. Reducción de la irradiación global debido a obstrucciones por el horizonte topográfico y otros módulos FV,
3. Proporción de irradiación global que es reflejada por la superficie de los módulos FV (típicamente, cristalinos),
4. Pérdidas en los módulos debido a la conversión de radiación solar en corriente continua (DC); cambio de la eficiencia por desvío de las condiciones estándar de operación,
5. Pérdidas DC: desajuste entre módulos FV, pérdidas de calor en los cables y conexiones, pérdidas debidas a suciedad, nieve, hielo y auto-sombreado de los módulos FV,
6. Este paso considera la eficiencia (Euro) para aproximar las pérdidas promedio en el inversor,
7. Las pérdidas en la sección AC y el transformador (donde sea aplicable) dependen de la arquitectura del sistema,
8. El parámetro de disponibilidad asume pérdidas debido a periodos de inactividad causados por operaciones de mantenimiento o fallos.

Las pérdidas en los pasos 2 y 4 están modeladas numéricamente en pvPlanner. Las pérdidas en los pasos 5 y 8 deben ser calculadas por el usuario. Los modelos de simulación tienen incertidumbres inherentes que no se contemplan en este informe. Si desea evaluar posibles riesgos, puede encontrar información adicional sobre los métodos de simulación empleados y las incertidumbres asociadas en <http://solargis.com/products/pvplanner/>.

Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.3407°/2.1339°
sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 36°

9. Solargis v21a - descripción de la base de datos

Solargis es una base de datos climáticos de alta resolución operada por Solargis s.r.o.. Las capas de información incluyen la radiación solar, la temperatura ambiente y datos del terreno (altura y horizonte).

Temperatura ambiente a 2 m: obtenida a partir de los reanálisis del CFSR (© NOAA NCEP, USA); años: 1994 - 2011; refinado a valores cada 15 minutos. Los datos han sido tratados topográficamente (la resolución de 1 km) para incluir la alta variabilidad espacial del terreno.

Radiación solar: obtenida a partir de los datos atmosféricos y del datos de satélite:

- Meteosat PRIME satélite (© EUMETSAT, Alemania) 1994 - 2015, los valores de 15 minutos o 30 minutos para Europa, África y Oriente Medio,
- Meteosat IODC satélite (© EUMETSAT, Alemania) 1999 - 2015, 30 - valores de minutos para Asia,
- GOES EAST satélite (© NOAA, USA) 1999 - 2015, 30 minutos los valores de América,
- GOES WEST satélite (© NOAA, USA) 1999 - 2015, 30 minutos los valores de América y Pacífico,
- MTSAT satélite (© JMA, Japón) 2007 - 2015, los valores de 30 minutos para el Pacífico,
- MACC-II/CAMS (© ECMWF, UK) 2003 - 2015, los datos atmosféricos,
- GFS (© NOAA, USA), 1994 - 2015, los datos atmosféricos,
- MERRA-2 (© NASA, USA), 1994 - 2002, los datos atmosféricos.

Esta evaluación asume años de 365 días. Ocasionalmente, pueden aparecer errores de redondeo numérico que no son atribuibles a defectos del algoritmo aplicado. Puede consultar información adicional sobre los datos, algoritmos y la incertidumbre aplicados en: <http://solargis.com/products/pvplanner/>.

10. Proveedor del servicio

Solargis s.r.o. , Milana Marečka 3, 84108 Bratislava, Eslovaquia; ID del proveedor: 45 354 766, CIF: SK2022962766; Registro: Registro comercial, Juzgado de Distrito Bratislava I, Sección Sro, Archivo 62765/B

11. Modo de uso

Este informe muestra la estimación de la energía solar en la fase de puesta en marcha de un sistema fotovoltaico. Las estimaciones son lo suficientemente precisas para sistemas FV pequeños y medianos. Para simulaciones con seguidores solares, sólo se presentan opciones teóricas sin considerar 'backtracking' ni sombreado. Para la planificación y financiación de grandes proyectos, es necesaria más información:

1. Distribución estadística e incertidumbre de la radiación solar.
2. Especificación detallada del sistema FV
3. Variabilidad interanual e incertidumbre P90 de la producción FV
4. Ciclo de vida de la producción energética teniendo en cuenta la degradación del rendimiento de los componentes FV. Puede encontrar más información acerca del cálculo completo de la producción FV en: <http://solargis.com/products/pv-yield-assessment-study/>.

12. Responsabilidad e información legal

Dada la naturaleza fluctuante del clima, los cambios inter-anales del mismo, y la incertidumbre en las medidas y los procedimientos de cálculo aplicados, Solargis s.r.o. no puede garantizar totalmente la exactitud de sus datos. No obstante, se ha puesto el máximo empeño en el cálculo preciso de las condiciones climáticas basándose en los mejores datos, software y conocimiento disponibles. Solargis s.r.o. no se responsabiliza de ningún daño ocasionado directa o indirectamente como consecuencia del uso del informe proporcionado.

Este informe es propiedad de © 2016 Solargis s.r.o., todos los derechos reservados.
Solargis® es una marca registrada de Solargis s.r.o.

13. Información de contacto

Este informe ha sido generado por SUNCO ENERGY, S.L., C/Bergueda 1 A-3, 08820, BARCELONA, Spain,
<http://www.suncosystems.com>.

Este documento está firmado electrónicamente por Solargis s.r.o..

EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA

Número del informe: PV-29361-1612-734

Fecha: 09 de diciembre de 2016 10:39 (UTC)

1. Descripción del emplazamiento

Nombre del sitio: Barcelona, España

Coordenadas: **41° 21' 45.26" N, 02° 08' 20.97" E**

Elevación: 21 m

Pendiente: 2°

Orientación: 173° sur

Irradiación global anual en plano inclinado: **1918 kWh/m²**

Temperatura ambiente anual a 2 m: **16.2 °C**

2. Descripción del sistema FV

Potencia instalada: **50.0 kWp**

Tipo de módulos: silicio cristalino (c-Si)

Estructura: **estructura fija, sobreelevada**

Orient./Incl.: **180° (sur) / 36°**

Efic. (Euro) inversor: 97.5%

Pérdidas DC/AC: 5.5% / 1.5%

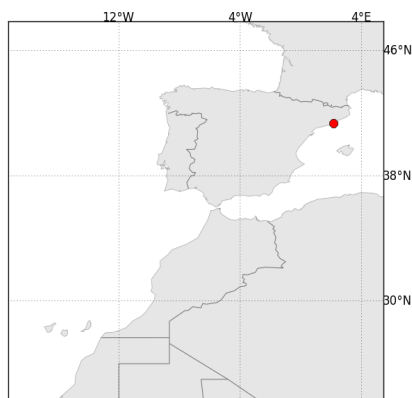
Disponibilidad: 99.0%

Producción eléctrica anual media: **76.9 MWh**

Rendimiento medio: **80.0%**

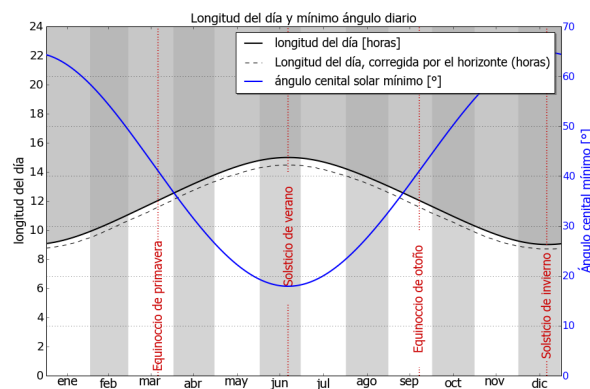
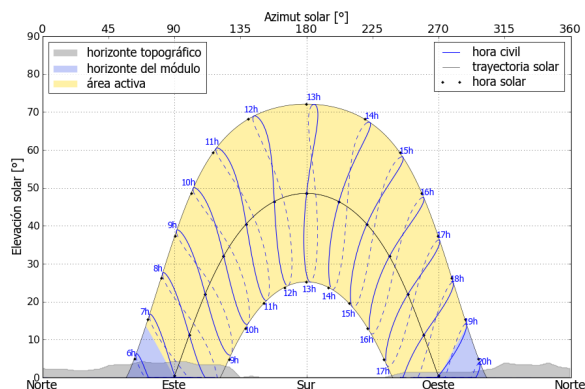
Localización en el mapa: <http://solargis.info/imaps/#tl=Google:satellite&loc=41.3625733886,2.1391582489&z=14>

3. Localización geográfica



Google Maps © 2016 Google

4. Horizonte topográfico y longitud del día



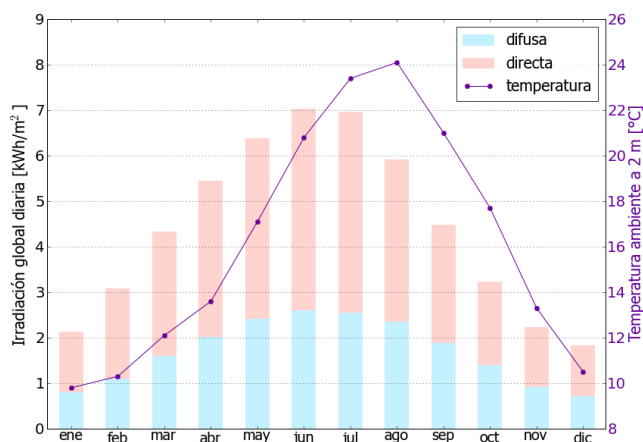
Izquierda: Trayectoria solar anual. El horizonte topográfico (en gris) y el horizonte del módulo (en azul) pueden dar lugar a ocultaciones solares. Los puntos negros muestran el tiempo solar verdadero. Las etiquetas en azul indican la hora civil local.

Derecha: Duración del día y ángulo cenital solar a lo largo del año. Si el horizonte local no es nulo, la duración real del día (tiempo en que el Sol está por encima del horizonte local) es menor que la duración astronómica.

Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.3626°/2.1392°
sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 36°

5. Irradiación global horizontal y temperatura ambiente - referencia climática

Mes	Gh _m	Gh _d	Dh _d	T ₂₄
ene	66	2.13	0.80	9.8
feb	87	3.09	1.10	10.3
mar	134	4.34	1.60	12.1
abr	163	5.45	2.02	13.6
may	198	6.39	2.42	17.1
jun	211	7.03	2.60	20.8
jul	216	6.96	2.55	23.4
ago	183	5.91	2.35	24.1
sep	135	4.49	1.89	21.0
oct	100	3.23	1.40	17.7
nov	67	2.24	0.91	13.3
dic	57	1.83	0.72	10.5
año	1617	4.43	1.70	16.2



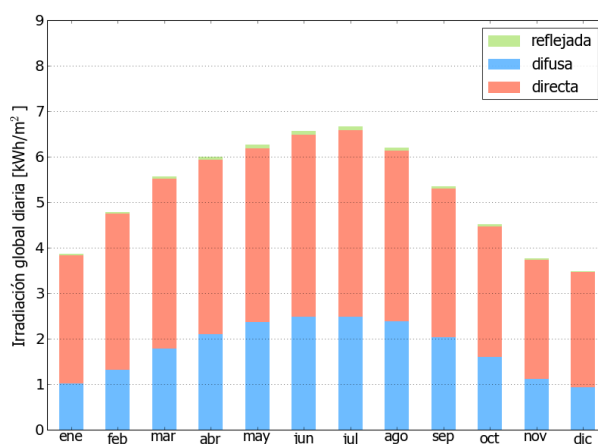
Medias anuales:

Gh_m Irradiación global mensual [kWh/m²]
Gh_d Irradiación global diaria [kWh/m²]
Dh_d Irradiación difusa diaria [kWh/m²]
T₂₄ Temperatura ambiente diaria (diurna) [°C]

6. Irradiación global en plano inclinado

Superficie fija, azimut 180° (sur), inclinación. 36°

Mes	Gi _m	Gi _d	Di _d	Ri _d	Sh _{loss}
ene	120	3.87	1.01	0.03	0.2
feb	134	4.79	1.32	0.04	0.1
mar	173	5.57	1.78	0.05	0.1
abr	180	6.00	2.10	0.07	0.1
may	194	6.27	2.37	0.08	0.1
jun	197	6.57	2.49	0.08	0.1
jul	207	6.67	2.49	0.08	0.1
ago	192	6.20	2.39	0.07	0.1
sep	161	5.35	2.03	0.05	0.1
oct	140	4.51	1.60	0.04	0.1
nov	113	3.76	1.11	0.03	0.1
dic	108	3.48	0.93	0.02	0.1
año	1918	5.26	1.80	0.05	0.1



Medias mensuales:

Gi_m Irradiación global mensual [kWh/m²]
Gi_d Irradiación global diaria [kWh/m²]
Di_d Irradiación difusa diaria [kWh/m²]
Ri_d Irradiación reflejada diaria [kWh/m²]

Sh_{loss} Pérdidas de irradiación global por sombreado topográfico [%]

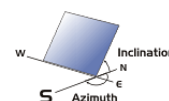
Irradiación global anual media para diferentes tipos de superficie:

	kWh/m²	relativo a la inclinación óptima
Horizontal	1617	84.3%
Con inclinación óptima (36°)	1919	100.0%
Seguimiento a 2 ejes	2479	129.2%
Su opción	1919	100.0%

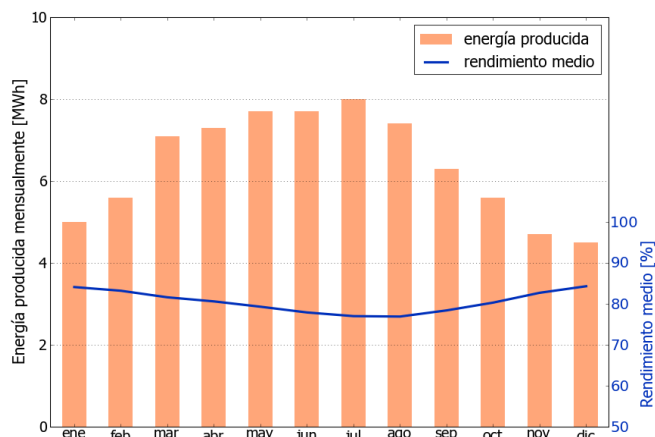
Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.3626°/2.1392°

sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 36°

7. Producción eléctrica FV inicial



Mes	Es _m	Es _d	Et _m	E _{share}	PR
ene	101	3.25	5.0	6.6	84.1
feb	112	3.99	5.6	7.3	83.2
mar	141	4.56	7.1	9.2	81.6
abr	145	4.84	7.3	9.4	80.6
may	154	4.97	7.7	10.0	79.3
jun	154	5.13	7.7	10.0	77.9
jul	160	5.15	8.0	10.4	77.0
ago	148	4.78	7.4	9.6	76.9
sep	126	4.20	6.3	8.2	78.4
oct	112	3.62	5.6	7.3	80.3
nov	93	3.11	4.7	6.1	82.7
dic	91	2.93	4.5	5.9	84.3
año	1538	4.21	76.9	100.0	80.0



Medias mensuales:

Es_m Producción eléctrica específica mensual total [kWh/kWp]
 Es_d Producción eléctrica específica diaria total [kWh/kWp]
 Et_m Producción eléctrica mensual total [MWh]

E_{share} Percentage mensual de producción eléctrica [%]
 PR Rendimiento [%]

8. Pérdidas y rendimiento del sistema

Fase en la conversión de energía	Energía producida [kWh/kWp]	Pérdidas [kWh/kWp]	Pérdidas [%]	Rendimiento [parcial %]	Rendimiento [acumul. %]
1. Irrad. global incidente en la superficie (entrada)	1921	-	-	100.0	100.0
2. Irrad. global reducida por el sombreado topográfico	1919	-2	-0.1	99.9	99.9
3. Irrad. global reducida por la reflectividad	1868	-50	-2.6	97.4	97.3
4. Conversión DC en los módulos	1711	-157	-8.4	91.6	89.1
5. Otras pérdidas DC	1617	-94	-5.5	94.5	84.2
6. Inversores (conversión DC/AC)	1577	-40	-2.5	97.5	82.1
7. Pérdidas en AC en el transformador y el cableado	1553	-24	-1.5	98.5	80.9
8. Disponibilidad reducida	1538	-16	-1.0	99.0	80.0
Rendimiento total del sistema	1538	-383	-20.0	-	80.0

Fases de conversión de la energía y pérdidas asociadas:

1. Se asume una producción inicial bajo condiciones estándar de operación,
2. Reducción de la irradiación global debido a obstrucciones por el horizonte topográfico y otros módulos FV,
3. Proporción de irradiación global que es reflejada por la superficie de los módulos FV (típicamente, cristalinos),
4. Pérdidas en los módulos debido a la conversión de radiación solar en corriente continua (DC); cambio de la eficiencia por desvío de las condiciones estándar de operación,
5. Pérdidas DC: desajuste entre módulos FV, pérdidas de calor en los cables y conexiones, pérdidas debidas a suciedad, nieve, hielo y auto-sombreado de los módulos FV,
6. Este paso considera la eficiencia (Euro) para aproximar las pérdidas promedio en el inversor,
7. Las pérdidas en la sección AC y el transformador (donde sea aplicable) dependen de la arquitectura del sistema,
8. El parámetro de disponibilidad asume pérdidas debido a periodos de inactividad causados por operaciones de mantenimiento o fallos.

Las pérdidas en los pasos 2 y 4 están modeladas numéricamente en pvPlanner. Las pérdidas en los pasos 5 y 8 deben ser calculadas por el usuario. Los modelos de simulación tienen incertidumbres inherentes que no se contemplan en este informe. Si desea evaluar posibles riesgos, puede encontrar información adicional sobre los métodos de simulación empleados y las incertidumbres asociadas en <http://solargis.com/products/pvplanner/>.

Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.3626°/2.1392°
sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 36°

9. Solargis v21a - descripción de la base de datos

Solargis es una base de datos climáticos de alta resolución operada por Solargis s.r.o.. Las capas de información incluyen la radiación solar, la temperatura ambiente y datos del terreno (altura y horizonte).

Temperatura ambiente a 2 m: obtenida a partir de los reanálisis del CFSR (© NOAA NCEP, USA); años: 1994 - 2011; refinado a valores cada 15 minutos. Los datos han sido tratados topográficamente (la resolución de 1 km) para incluir la alta variabilidad espacial del terreno.

Radiación solar: obtenida a partir de los datos atmosféricos y del datos de satélite:

- Meteosat PRIME satélite (© EUMETSAT, Alemania) 1994 - 2015, los valores de 15 minutos o 30 minutos para Europa, África y Oriente Medio,
- Meteosat IODC satélite (© EUMETSAT, Alemania) 1999 - 2015, 30 - valores de minutos para Asia,
- GOES EAST satélite (© NOAA, USA) 1999 - 2015, 30 minutos los valores de América,
- GOES WEST satélite (© NOAA, USA) 1999 - 2015, 30 minutos los valores de América y Pacífico,
- MTSAT satélite (© JMA, Japón) 2007 - 2015, los valores de 30 minutos para el Pacífico,
- MACC-II/CAMS (© ECMWF, UK) 2003 - 2015, los datos atmosféricos,
- GFS (© NOAA, USA), 1994 - 2015, los datos atmosféricos,
- MERRA-2 (© NASA, USA), 1994 - 2002, los datos atmosféricos.

Esta evaluación asume años de 365 días. Ocasionalmente, pueden aparecer errores de redondeo numérico que no son atribuibles a defectos del algoritmo aplicado. Puede consultar información adicional sobre los datos, algoritmos y la incertidumbre aplicados en: <http://solargis.com/products/pvplanner/>.

10. Proveedor del servicio

Solargis s.r.o. , Milana Marečka 3, 84108 Bratislava, Eslovaquia; ID del proveedor: 45 354 766, CIF: SK2022962766; Registro: Registro comercial, Juzgado de Distrito Bratislava I, Sección Sro, Archivo 62765/B

11. Modo de uso

Este informe muestra la estimación de la energía solar en la fase de puesta en marcha de un sistema fotovoltaico. Las estimaciones son lo suficientemente precisas para sistemas FV pequeños y medianos. Para simulaciones con seguidores solares, sólo se presentan opciones teóricas sin considerar 'backtracking' ni sombreado. Para la planificación y financiación de grandes proyectos, es necesaria más información:

1. Distribución estadística e incertidumbre de la radiación solar.
2. Especificación detallada del sistema FV
3. Variabilidad interanual e incertidumbre P90 de la producción FV
4. Ciclo de vida de la producción energética teniendo en cuenta la degradación del rendimiento de los componentes FV. Puede encontrar más información acerca del cálculo completo de la producción FV en: <http://solargis.com/products/pv-yield-assessment-study/>.

12. Responsabilidad e información legal

Dada la naturaleza fluctuante del clima, los cambios inter-anales del mismo, y la incertidumbre en las medidas y los procedimientos de cálculo aplicados, Solargis s.r.o. no puede garantizar totalmente la exactitud de sus datos. No obstante, se ha puesto el máximo empeño en el cálculo preciso de las condiciones climáticas basándose en los mejores datos, software y conocimiento disponibles. Solargis s.r.o. no se responsabiliza de ningún daño ocasionado directa o indirectamente como consecuencia del uso del informe proporcionado.

Este informe es propiedad de © 2016 Solargis s.r.o., todos los derechos reservados.
Solargis® es una marca registrada de Solargis s.r.o.

13. Información de contacto

Este informe ha sido generado por SUNCO ENERGY, S.L., C/Bergueda 1 A-3, 08820, BARCELONA, Spain,
<http://www.suncosystems.com>.

Este documento está firmado electrónicamente por Solargis s.r.o..

EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA

Número del informe: PV-29361-1612-746

Fecha: 09 de diciembre de 2016 10:42 (UTC)

1. Descripción del emplazamiento

Nombre del sitio: Barcelona, España

Coordenadas: **41° 22' 20.22" N, 02° 08' 24.99" E**

Elevación: 33 m

Pendiente: 1°

Orientación: 90° este

Irradiación global anual en plano inclinado: **1910 kWh/m²**

Temperatura ambiente anual a 2 m: **16.1 °C**

2. Descripción del sistema FV

Potencia instalada: **50.0 kWp**

Tipo de módulos: silicio cristalino (**c-Si**)

Estructura: **estructura fija, sobreelevada**

Orient./Incl.: **180° (sur) / 36°**

Efic. (Euro) inversor: 97.5%

Pérdidas DC/AC: 5.5% / 1.5%

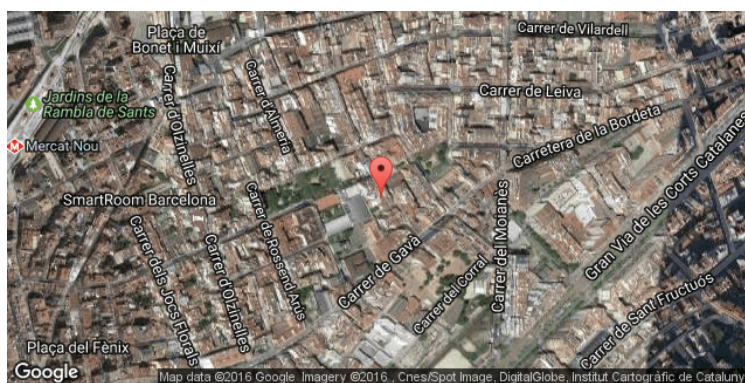
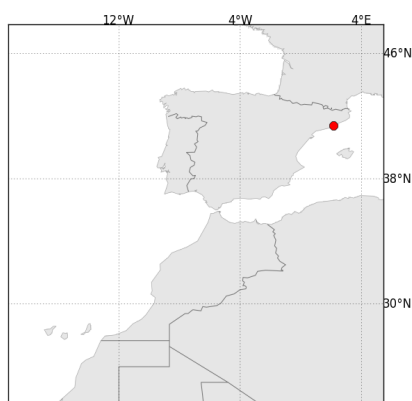
Disponibilidad: 99.0%

Producción eléctrica anual media: **76.5 MWh**

Rendimiento medio: **80.0%**

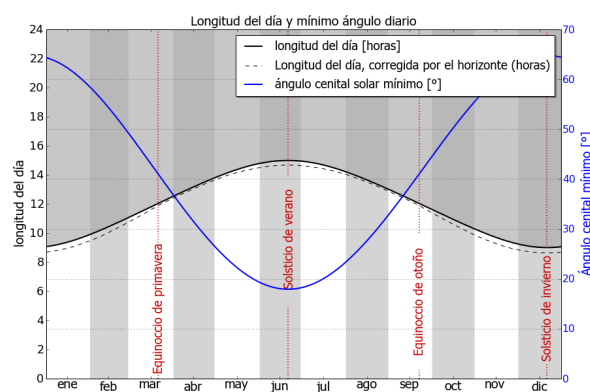
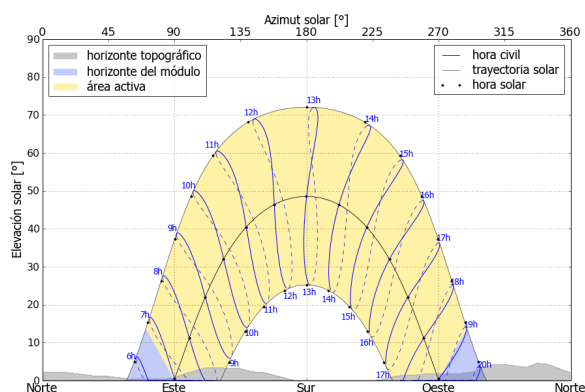
Localización en el mapa: <http://solargis.info/imaps/#tl=Google:satellite&loc=41.3722839206,2.14027404785&z=16>

3. Localización geográfica



Google Maps © 2016 Google

4. Horizonte topográfico y longitud del día



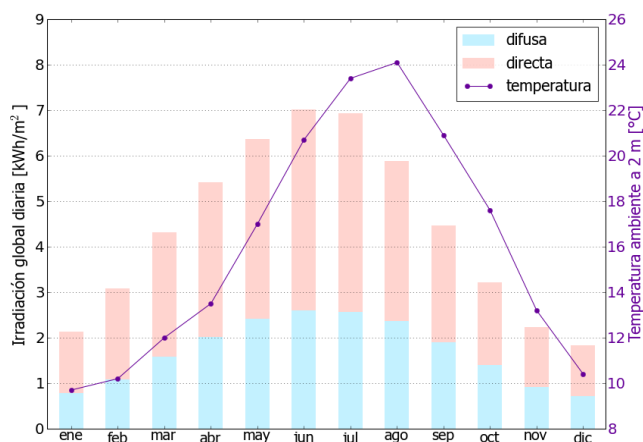
Izquierda: Trayectoria solar anual. El horizonte topográfico (en gris) y el horizonte del módulo (en azul) pueden dar lugar a ocultaciones solares. Los puntos negros muestran el tiempo solar verdadero. Las etiquetas en azul indican la hora civil local.

Derecha: Duración del día y ángulo cenital solar a lo largo del año. Si el horizonte local no es nulo, la duración real del día (tiempo en que el Sol está por encima del horizonte local) es menor que la duración astronómica.

Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.3723°/2.1403°
sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 36°

5. Irradiación global horizontal y temperatura ambiente - referencia climática

Mes	Gh _m	Gh _d	Dh _d	T ₂₄
ene	66	2.13	0.79	9.7
feb	86	3.08	1.09	10.2
mar	134	4.32	1.59	12.0
abr	163	5.42	2.02	13.5
may	197	6.36	2.42	17.0
jun	210	7.01	2.60	20.7
jul	215	6.93	2.56	23.4
ago	182	5.88	2.36	24.1
sep	134	4.46	1.90	20.9
oct	100	3.21	1.40	17.6
nov	67	2.24	0.91	13.2
dic	57	1.83	0.72	10.4
año	1611	4.41	1.70	16.1



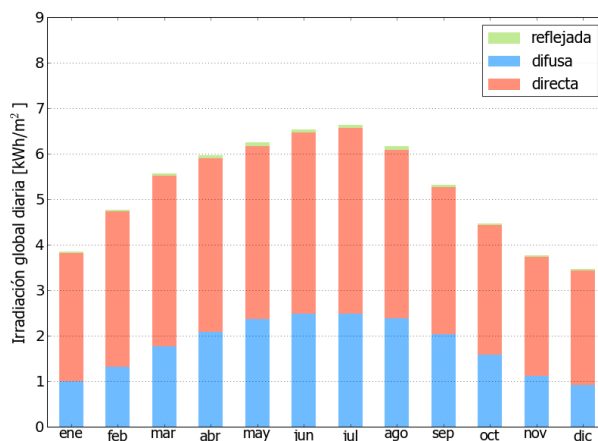
Medias anuales:

Gh_m Irradiación global mensual [kWh/m²]
Gh_d Irradiación global diaria [kWh/m²]
Dh_d Irradiación difusa diaria [kWh/m²]
T₂₄ Temperatura ambiente diaria (diurna) [°C]

6. Irradiación global en plano inclinado

Superficie fija, azimut 180° (sur), inclinación. 36°

Mes	Gi _m	Gi _d	Di _d	Ri _d	Sh _{loss}
ene	119	3.85	1.00	0.03	0.3
feb	134	4.77	1.31	0.04	0.2
mar	172	5.56	1.77	0.05	0.2
abr	179	5.96	2.09	0.06	0.2
may	194	6.25	2.37	0.08	0.2
jun	196	6.54	2.49	0.08	0.2
jul	206	6.64	2.49	0.08	0.2
ago	191	6.16	2.39	0.07	0.2
sep	159	5.31	2.03	0.05	0.2
oct	139	4.47	1.58	0.04	0.2
nov	113	3.76	1.11	0.03	0.2
dic	108	3.46	0.92	0.02	0.2
año	1910	5.23	1.80	0.05	0.2



Medias mensuales:

Gi_m Irradiación global mensual [kWh/m²]
Gi_d Irradiación global diaria [kWh/m²]
Di_d Irradiación difusa diaria [kWh/m²]
Ri_d Irradiación reflejada diaria [kWh/m²]

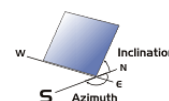
Sh_{loss} Pérdidas de irradiación global por sombreado topográfico [%]

Irradiación global anual media para diferentes tipos de superficie:

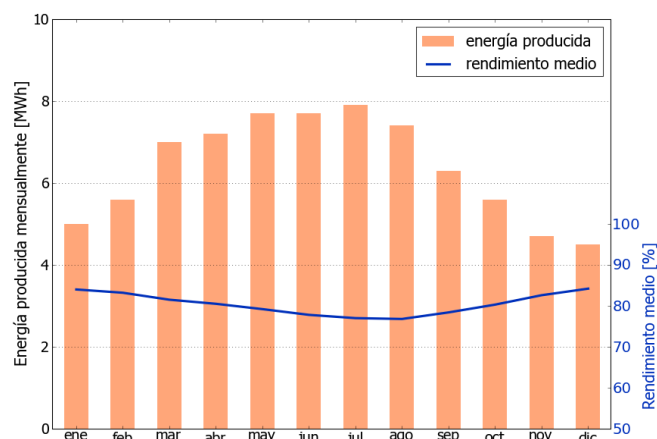
	kWh/m²	relativo a la inclinación óptima
Horizontal	1611	84.3%
Con inclinación óptima (36°)	1909	100.0%
Seguimiento a 2 ejes	2470	129.4%
Su opción	1909	100.0%

Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.3723°/2.1403°
sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 36°

7. Producción eléctrica FV inicial



Mes	Es _m	Es _d	Et _m	E _{share}	PR
ene	101	3.24	5.0	6.6	84.0
feb	111	3.98	5.6	7.3	83.2
mar	141	4.54	7.0	9.2	81.5
abr	144	4.81	7.2	9.4	80.5
may	154	4.95	7.7	10.0	79.2
jun	153	5.11	7.7	10.0	77.8
jul	159	5.13	7.9	10.4	77.0
ago	147	4.75	7.4	9.6	76.8
sep	125	4.17	6.3	8.2	78.4
oct	112	3.60	5.6	7.3	80.3
nov	93	3.11	4.7	6.1	82.6
dic	91	2.93	4.5	5.9	84.2
año	1530	4.19	76.5	100.0	80.0



Medias mensuales:

Es_m Producción eléctrica específica mensual total [kWh/kWp]
Es_d Producción eléctrica específica diaria total [kWh/kWp]
Et_m Producción eléctrica mensual total [MWh]

E_{share} Percentage mensual de producción eléctrica [%]
PR Rendimiento [%]

8. Pérdidas y rendimiento del sistema

Fase en la conversión de energía	Energía producida [kWh/kWp]	Pérdidas [kWh/kWp]	Pérdidas [%]	Rendimiento [parcial %]	Rendimiento [acumul. %]
1. Irrad. global incidente en la superficie (entrada)	1913	-	-	100.0	100.0
2. Irrad. global reducida por el sombreado topográfico	1909	-4	-0.2	99.8	99.8
3. Irrad. global reducida por la reflectividad	1859	-50	-2.6	97.4	97.2
4. Conversión DC en los módulos	1703	-156	-8.4	91.6	89.0
5. Otras pérdidas DC	1609	-94	-5.5	94.5	84.1
6. Inversores (conversión DC/AC)	1569	-40	-2.5	97.5	82.0
7. Pérdidas en AC en el transformador y el cableado	1546	-24	-1.5	98.5	80.8
8. Disponibilidad reducida	1530	-16	-1.0	99.0	80.0
Rendimiento total del sistema	1530	-383	-20.0	-	80.0

Fases de conversión de la energía y pérdidas asociadas:

1. Se asume una producción inicial bajo condiciones estándar de operación,
2. Reducción de la irradiación global debido a obstrucciones por el horizonte topográfico y otros módulos FV,
3. Proporción de irradiación global que es reflejada por la superficie de los módulos FV (típicamente, cristalinos),
4. Pérdidas en los módulos debido a la conversión de radiación solar en corriente continua (DC); cambio de la eficiencia por desvío de las condiciones estándar de operación,
5. Pérdidas DC: desajuste entre módulos FV, pérdidas de calor en los cables y conexiones, pérdidas debidas a suciedad, nieve, hielo y auto-sombreado de los módulos FV,
6. Este paso considera la eficiencia (Euro) para aproximar las pérdidas promedio en el inversor,
7. Las pérdidas en la sección AC y el transformador (donde sea aplicable) dependen de la arquitectura del sistema,
8. El parámetro de disponibilidad asume pérdidas debido a periodos de inactividad causados por operaciones de mantenimiento o fallos.

Las pérdidas en los pasos 2 y 4 están modeladas numéricamente en pvPlanner. Las pérdidas en los pasos 5 y 8 deben ser calculadas por el usuario. Los modelos de simulación tienen incertidumbres inherentes que no se contemplan en este informe. Si desea evaluar posibles riesgos, puede encontrar información adicional sobre los métodos de simulación empleados y las incertidumbres asociadas en <http://solargis.com/products/pvplanner/>.

Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.3723°/2.1403°
sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 36°

9. Solargis v21a - descripción de la base de datos

Solargis es una base de datos climáticos de alta resolución operada por Solargis s.r.o.. Las capas de información incluyen la radiación solar, la temperatura ambiente y datos del terreno (altura y horizonte).

Temperatura ambiente a 2 m: obtenida a partir de los reanálisis del CFSR (© NOAA NCEP, USA); años: 1994 - 2011; refinado a valores cada 15 minutos. Los datos han sido tratados topográficamente (la resolución de 1 km) para incluir la alta variabilidad espacial del terreno.

Radiación solar: obtenida a partir de los datos atmosféricos y del datos de satélite:

- Meteosat PRIME satélite (© EUMETSAT, Alemania) 1994 - 2015, los valores de 15 minutos o 30 minutos para Europa, África y Oriente Medio,
- Meteosat IODC satélite (© EUMETSAT, Alemania) 1999 - 2015, 30 - valores de minutos para Asia,
- GOES EAST satélite (© NOAA, USA) 1999 - 2015, 30 minutos los valores de América,
- GOES WEST satélite (© NOAA, USA) 1999 - 2015, 30 minutos los valores de América y Pacífico,
- MTSAT satélite (© JMA, Japón) 2007 - 2015, los valores de 30 minutos para el Pacífico,
- MACC-II/CAMS (© ECMWF, UK) 2003 - 2015, los datos atmosféricos,
- GFS (© NOAA, USA), 1994 - 2015, los datos atmosféricos,
- MERRA-2 (© NASA, USA), 1994 - 2002, los datos atmosféricos.

Esta evaluación asume años de 365 días. Ocasionalmente, pueden aparecer errores de redondeo numérico que no son atribuibles a defectos del algoritmo aplicado. Puede consultar información adicional sobre los datos, algoritmos y la incertidumbre aplicados en: <http://solargis.com/products/pvplanner/>.

10. Proveedor del servicio

Solargis s.r.o. , Milana Marečka 3, 84108 Bratislava, Eslovaquia; ID del proveedor: 45 354 766, CIF: SK2022962766; Registro: Registro comercial, Juzgado de Distrito Bratislava I, Sección Sro, Archivo 62765/B

11. Modo de uso

Este informe muestra la estimación de la energía solar en la fase de puesta en marcha de un sistema fotovoltaico. Las estimaciones son lo suficientemente precisas para sistemas FV pequeños y medianos. Para simulaciones con seguidores solares, sólo se presentan opciones teóricas sin considerar 'backtracking' ni sombreado. Para la planificación y financiación de grandes proyectos, es necesaria más información:

1. Distribución estadística e incertidumbre de la radiación solar.
2. Especificación detallada del sistema FV
3. Variabilidad interanual e incertidumbre P90 de la producción FV
4. Ciclo de vida de la producción energética teniendo en cuenta la degradación del rendimiento de los componentes FV. Puede encontrar más información acerca del cálculo completo de la producción FV en: <http://solargis.com/products/pv-yield-assessment-study/>.

12. Responsabilidad e información legal

Dada la naturaleza fluctuante del clima, los cambios inter-anales del mismo, y la incertidumbre en las medidas y los procedimientos de cálculo aplicados, Solargis s.r.o. no puede garantizar totalmente la exactitud de sus datos. No obstante, se ha puesto el máximo empeño en el cálculo preciso de las condiciones climáticas basándose en los mejores datos, software y conocimiento disponibles. Solargis s.r.o. no se responsabiliza de ningún daño ocasionado directa o indirectamente como consecuencia del uso del informe proporcionado.

Este informe es propiedad de © 2016 Solargis s.r.o., todos los derechos reservados.
Solargis® es una marca registrada de Solargis s.r.o.

13. Información de contacto

Este informe ha sido generado por SUNCO ENERGY, S.L., C/Bergueda 1 A-3, 08820, BARCELONA, Spain,
<http://www.suncosystems.com>.

Este documento está firmado electrónicamente por Solargis s.r.o..

EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA

Número del informe: PV-29361-1612-759
Fecha: 09 de diciembre de 2016 10:45 (UTC)

1. Descripción del emplazamiento

Nombre del sitio: Barcelona, España

Coordenadas: **41° 22' 39.87" N, 02° 07' 57.64" E**
Elevación: 43 m
Pendiente: 1°
Orientación: 216° sudoeste

Irradiación global anual en plano inclinado: **1904 kWh/m²**
Temperatura ambiente anual a 2 m: **16.0 °C**

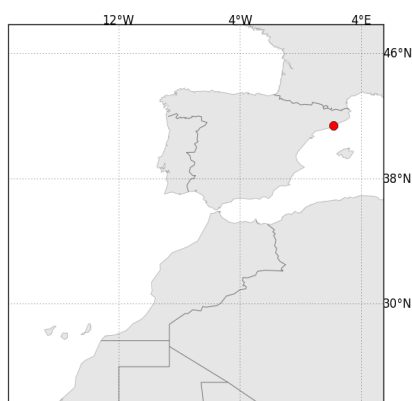
2. Descripción del sistema FV

Potencia instalada: **50.0 kWp**
Tipo de módulos: silicio cristalino (c-Si)
Estructura: **estructura fija, sobreelevada**
Orient./Incl.: **180° (sur) / 36°**
Efic. (Euro) inversor: 97.5%
Pérdidas DC/AC: 5.5% / 1.5%
Disponibilidad: 99.0%

Producción eléctrica anual media: **76.3 MWh**
Rendimiento medio: **80.0%**

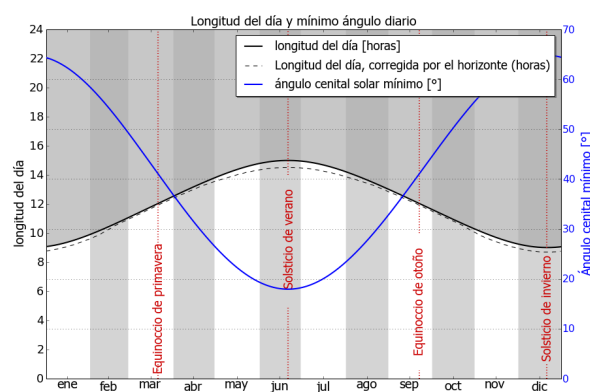
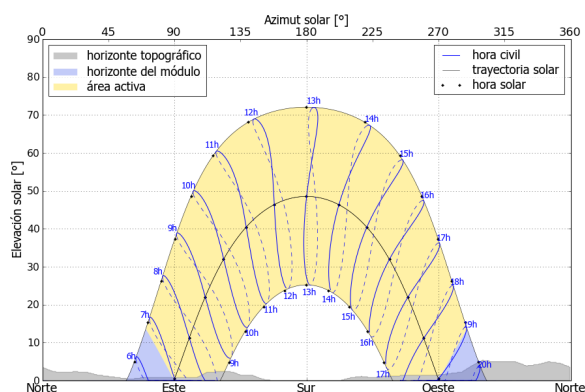
Localización en el mapa: <http://solargis.info/imaps/#tl=Google:satellite&loc=41.377742439,2.13267803192&z=15>

3. Localización geográfica



Google Maps © 2016 Google

4. Horizonte topográfico y longitud del día



Izquierda: Trayectoria solar anual. El horizonte topográfico (en gris) y el horizonte del módulo (en azul) pueden dar lugar a ocultaciones solares. Los puntos negros muestran el tiempo solar verdadero. Las etiquetas en azul indican la hora civil local.

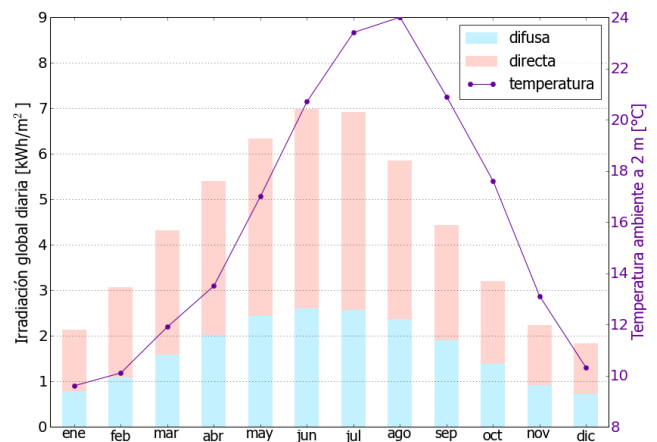
Derecha: Duración del día y ángulo cenital solar a lo largo del año. Si el horizonte local no es nulo, la duración real del día (tiempo en que el Sol está por encima del horizonte local) es menor que la duración astronómica.

Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.3777°/2.1327°

sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 36°

5. Irradiación global horizontal y temperatura ambiente - referencia climática

Mes	Gh _m	Gh _d	Dh _d	T ₂₄
ene	66	2.13	0.79	9.6
feb	86	3.07	1.09	10.1
mar	134	4.31	1.59	11.9
abr	162	5.40	2.02	13.5
may	197	6.34	2.43	17.0
jun	210	6.98	2.60	20.7
jul	214	6.92	2.56	23.4
ago	182	5.85	2.37	24.0
sep	133	4.44	1.90	20.9
oct	99	3.20	1.39	17.6
nov	67	2.23	0.91	13.1
dic	57	1.83	0.72	10.3
año	1606	4.40	1.70	16.0



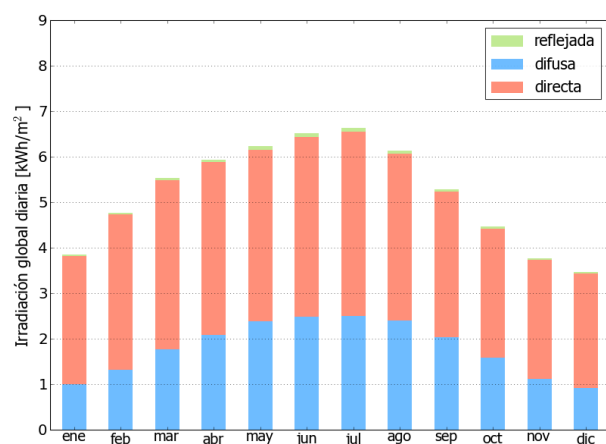
Medias anuales:

Gh _m	Irradiación global mensual [kWh/m²]
Gh _d	Irradiación global diaria [kWh/m²]
Dh _d	Irradiación difusa diaria [kWh/m²]
T ₂₄	Temperatura ambiente diaria (diurna) [°C]

6. Irradiación global en plano inclinado

Superficie fija, azimut 180° (sur), inclinación. 36°

Mes	Gi _m	Gi _d	Di _d	Ri _d	Sh _{loss}
ene	119	3.85	1.00	0.03	0.1
feb	133	4.77	1.32	0.04	0.1
mar	172	5.54	1.77	0.05	0.1
abr	178	5.94	2.09	0.06	0.1
may	193	6.23	2.38	0.08	0.1
jun	196	6.52	2.49	0.08	0.1
jul	206	6.63	2.50	0.08	0.1
ago	190	6.13	2.40	0.07	0.1
sep	159	5.28	2.03	0.05	0.1
oct	138	4.46	1.58	0.04	0.1
nov	113	3.76	1.11	0.03	0.2
dic	107	3.46	0.92	0.02	0.1
año	1904	5.22	1.80	0.05	0.1



Medias mensuales:

Gi _m	Irradiación global mensual [kWh/m²]
Gi _d	Irradiación global diaria [kWh/m²]
Di _d	Irradiación difusa diaria [kWh/m²]
Ri _d	Irradiación reflejada diaria [kWh/m²]

Sh_{loss} Pérdidas de irradiación global por sombreado topográfico [%]

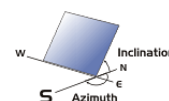
Irradiación global anual media para diferentes tipos de superficie:

	kWh/m²	relativo a la inclinación óptima
Horizontal	1605	84.3%
Con inclinación óptima (36°)	1904	100.0%
Seguimiento a 2 ejes	2463	129.4%
Su opción	1904	100.0%

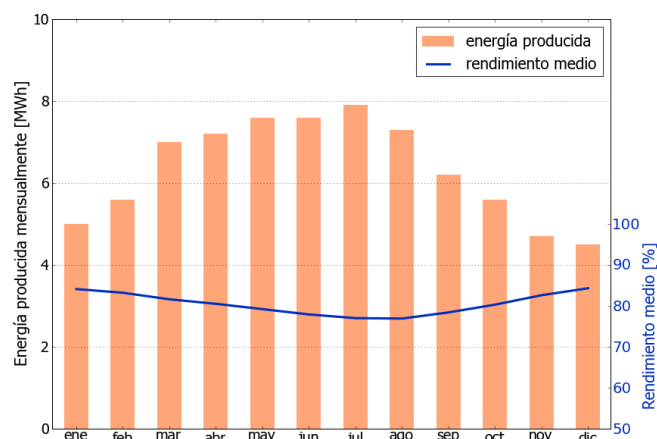
Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.3777°/2.1327°

sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 36°

7. Producción eléctrica FV inicial



Mes	E_{s_m}	E_{s_d}	E_{t_m}	E_{share}	PR
ene	100	3.24	5.0	6.6	84.1
feb	111	3.97	5.6	7.3	83.2
mar	140	4.53	7.0	9.2	81.6
abr	144	4.79	7.2	9.4	80.5
may	153	4.93	7.6	10.0	79.2
jun	153	5.09	7.6	10.0	77.9
jul	158	5.11	7.9	10.4	77.0
ago	147	4.73	7.3	9.6	76.9
sep	125	4.15	6.2	8.2	78.4
oct	111	3.59	5.6	7.3	80.3
nov	93	3.11	4.7	6.1	82.6
dic	91	2.92	4.5	5.9	84.3
año	1526	4.18	76.3	100.0	80.0



Medias mensuales:

E_{s_m} Producción eléctrica específica mensual total [kWh/kWp]
 E_{s_d} Producción eléctrica específica diaria total [kWh/kWp]
 E_{t_m} Producción eléctrica mensual total [MWh]

E_{share} Porcentaje mensual de producción eléctrica [%]
 PR Rendimiento [%]

8. Pérdidas y rendimiento del sistema

Fase en la conversión de energía	Energía producida	Pérdidas	Pérdidas	Rendimiento	
	[kWh/kWp]	[kWh/kWp]	[%]	[parcial %]	[acumul. %]
1. Irrad. global incidente en la superficie (entrada)	1907	-	-	100.0	100.0
2. Irrad. global reducida por el sombreado topográfico	1904	-3	-0.1	99.9	99.9
3. Irrad. global reducida por la reflectividad	1854	-50	-2.6	97.4	97.2
4. Conversión DC en los módulos	1698	-156	-8.4	91.6	89.1
5. Otras pérdidas DC	1605	-93	-5.5	94.5	84.2
6. Inversores (conversión DC/AC)	1565	-40	-2.5	97.5	82.1
7. Pérdidas en AC en el transformador y el cableado	1541	-24	-1.5	98.5	80.8
8. Disponibilidad reducida	1526	-15	-1.0	99.0	80.0
Rendimiento total del sistema	1526	-381	-20.0	-	80.0

Fases de conversión de la energía y pérdidas asociadas:

1. Se asume una producción inicial bajo condiciones estándar de operación,
2. Reducción de la irradiación global debido a obstrucciones por el horizonte topográfico y otros módulos FV,
3. Proporción de irradiación global que es reflejada por la superficie de los módulos FV (típicamente, cristalinos),
4. Pérdidas en los módulos debido a la conversión de radiación solar en corriente continua (DC); cambio de la eficiencia por desvío de las condiciones estándar de operación,
5. Pérdidas DC: desajuste entre módulos FV, pérdidas de calor en los cables y conexiones, pérdidas debidas a suciedad, nieve, hielo y auto-sombreado de los módulos FV,
6. Este paso considera la eficiencia (Euro) para aproximar las pérdidas promedio en el inversor,
7. Las pérdidas en la sección AC y el transformador (donde sea aplicable) dependen de la arquitectura del sistema,
8. El parámetro de disponibilidad asume pérdidas debido a periodos de inactividad causados por operaciones de mantenimiento o fallos.

Las pérdidas en los pasos 2 y 4 están modeladas numéricamente en pvPlanner. Las pérdidas en los pasos 5 y 8 deben ser calculadas por el usuario. Los modelos de simulación tienen incertidumbres inherentes que no se contemplan en este informe. Si desea evaluar posibles riesgos, puede encontrar información adicional sobre los métodos de simulación empleados y las incertidumbres asociadas en <http://solargis.com/products/pvplanner/>.

Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.3777°/2.1327°
sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 36°

9. Solargis v21a - descripción de la base de datos

Solargis es una base de datos climáticos de alta resolución operada por Solargis s.r.o.. Las capas de información incluyen la radiación solar, la temperatura ambiente y datos del terreno (altura y horizonte).

Temperatura ambiente a 2 m: obtenida a partir de los reanálisis del CFSR (© NOAA NCEP, USA); años: 1994 - 2011; refinado a valores cada 15 minutos. Los datos han sido tratados topográficamente (la resolución de 1 km) para incluir la alta variabilidad espacial del terreno.

Radiación solar: obtenida a partir de los datos atmosféricos y del datos de satélite:

- Meteosat PRIME satélite (© EUMETSAT, Alemania) 1994 - 2015, los valores de 15 minutos o 30 minutos para Europa, África y Oriente Medio,
- Meteosat IODC satélite (© EUMETSAT, Alemania) 1999 - 2015, 30 - valores de minutos para Asia,
- GOES EAST satélite (© NOAA, USA) 1999 - 2015, 30 minutos los valores de América,
- GOES WEST satélite (© NOAA, USA) 1999 - 2015, 30 minutos los valores de América y Pacífico,
- MTSAT satélite (© JMA, Japón) 2007 - 2015, los valores de 30 minutos para el Pacífico,
- MACC-II/CAMS (© ECMWF, UK) 2003 - 2015, los datos atmosféricos,
- GFS (© NOAA, USA), 1994 - 2015, los datos atmosféricos,
- MERRA-2 (© NASA, USA), 1994 - 2002, los datos atmosféricos.

Esta evaluación asume años de 365 días. Ocasionalmente, pueden aparecer errores de redondeo numérico que no son atribuibles a defectos del algoritmo aplicado. Puede consultar información adicional sobre los datos, algoritmos y la incertidumbre aplicados en: <http://solargis.com/products/pvplanner/>.

10. Proveedor del servicio

Solargis s.r.o. , Milana Marečka 3, 84108 Bratislava, Eslovaquia; ID del proveedor: 45 354 766, CIF: SK2022962766; Registro: Registro comercial, Juzgado de Distrito Bratislava I, Sección Sro, Archivo 62765/B

11. Modo de uso

Este informe muestra la estimación de la energía solar en la fase de puesta en marcha de un sistema fotovoltaico. Las estimaciones son lo suficientemente precisas para sistemas FV pequeños y medianos. Para simulaciones con seguidores solares, sólo se presentan opciones teóricas sin considerar 'backtracking' ni sombreado. Para la planificación y financiación de grandes proyectos, es necesaria más información:

1. Distribución estadística e incertidumbre de la radiación solar.
2. Especificación detallada del sistema FV
3. Variabilidad interanual e incertidumbre P90 de la producción FV
4. Ciclo de vida de la producción energética teniendo en cuenta la degradación del rendimiento de los componentes FV. Puede encontrar más información acerca del cálculo completo de la producción FV en: <http://solargis.com/products/pv-yield-assessment-study/>.

12. Responsabilidad e información legal

Dada la naturaleza fluctuante del clima, los cambios inter-anales del mismo, y la incertidumbre en las medidas y los procedimientos de cálculo aplicados, Solargis s.r.o. no puede garantizar totalmente la exactitud de sus datos. No obstante, se ha puesto el máximo empeño en el cálculo preciso de las condiciones climáticas basándose en los mejores datos, software y conocimiento disponibles. Solargis s.r.o. no se responsabiliza de ningún daño ocasionado directa o indirectamente como consecuencia del uso del informe proporcionado.

Este informe es propiedad de © 2016 Solargis s.r.o., todos los derechos reservados.
Solargis® es una marca registrada de Solargis s.r.o.

13. Información de contacto

Este informe ha sido generado por SUNCO ENERGY, S.L., C/Bergueda 1 A-3, 08820, BARCELONA, Spain,
<http://www.suncosystems.com>.

Este documento está firmado electrónicamente por Solargis s.r.o..

EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA

Número del informe: PV-29361-1611-260
Fecha: 12 de noviembre de 2016 17:04 (UTC)

1. Descripción del emplazamiento

Nombre del sitio: Barcelona, España

Coordenadas: **41° 23' 16.68" N, 02° 08' 17.73" E**
Elevación: 67 m
Pendiente: 2°
Orientación: 65° noreste

Irradiación global anual en plano inclinado: **1900 kWh/m²**
Temperatura ambiente anual a 2 m: **15.9 °C**

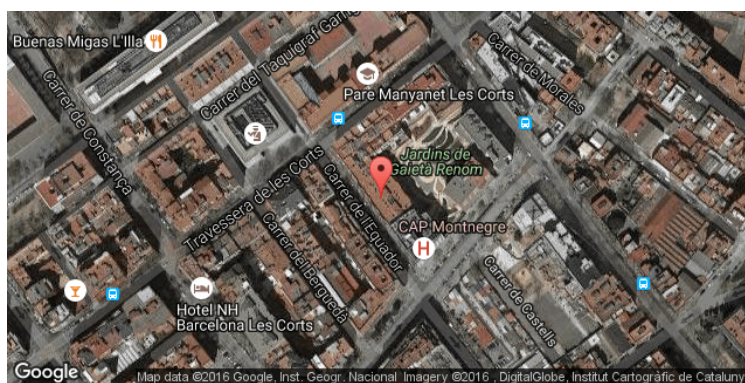
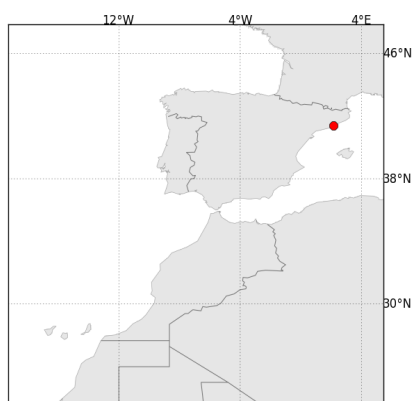
2. Descripción del sistema FV

Potencia instalada: **50.0 kWp**
Tipo de módulos: silicio cristalino (**c-Si**)
Estructura: **estructura fija, sobreelevada**
Orient./Incl.: **180° (sur) / 36°**
Efic. (Euro) inversor: 97.5%
Pérdidas DC/AC: 5.5% / 1.5%
Disponibilidad: 99.0%

Producción eléctrica anual media: **76.1 MWh**
Rendimiento medio: **80.0%**

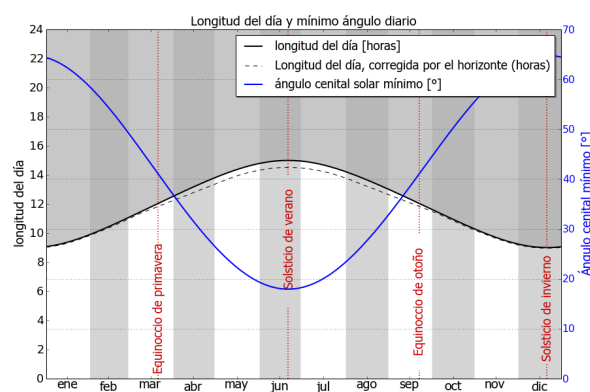
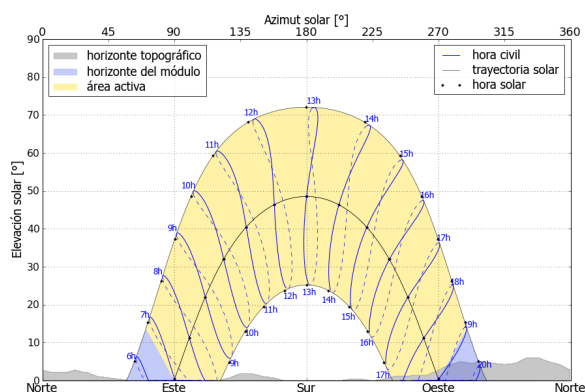
Localización en el mapa: <http://solargis.info/imaps/#tl=Google:satellite&loc=41.3879658648,2.13825702667&z=17>

3. Localización geográfica



Google Maps © 2016 Google

4. Horizonte topográfico y longitud del día



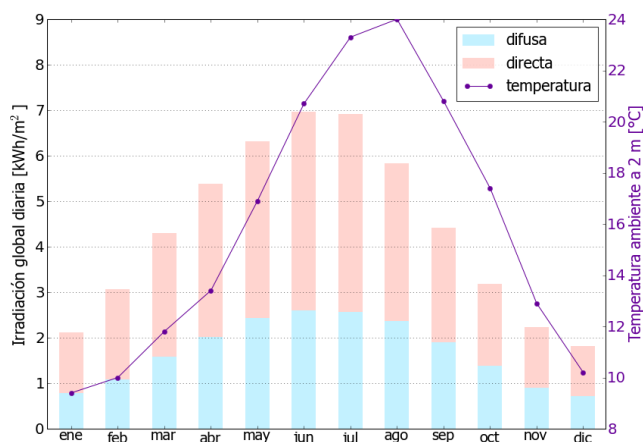
Izquierda: Trayectoria solar anual. El horizonte topográfico (en gris) y el horizonte del módulo (en azul) pueden dar lugar a ocultaciones solares. Los puntos negros muestran el tiempo solar verdadero. Las etiquetas en azul indican la hora civil local.

Derecha: Duración del día y ángulo cenital solar a lo largo del año. Si el horizonte local no es nulo, la duración real del día (tiempo en que el Sol está por encima del horizonte local) es menor que la duración astronómica.

Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.3880°/2.1383°
sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 36°

5. Irradiación global horizontal y temperatura ambiente - referencia climática

Mes	Gh _m	Gh _d	Dh _d	T ₂₄
ene	66	2.12	0.79	9.4
feb	86	3.07	1.09	10.0
mar	133	4.30	1.59	11.8
abr	162	5.38	2.02	13.4
may	196	6.32	2.43	16.9
jun	209	6.97	2.60	20.7
jul	214	6.91	2.56	23.3
ago	181	5.84	2.37	24.0
sep	133	4.42	1.90	20.8
oct	99	3.18	1.39	17.4
nov	67	2.23	0.90	12.9
dic	57	1.82	0.72	10.2
año	1601	4.39	1.70	15.9



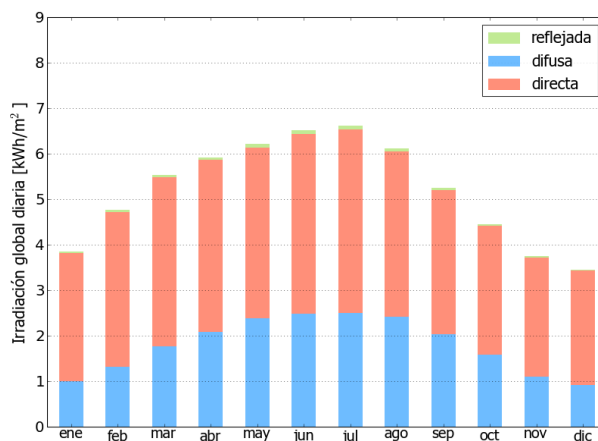
Medias anuales:

Gh_m Irradiación global mensual [kWh/m²]
Gh_d Irradiación global diaria [kWh/m²]
Dh_d Irradiación difusa diaria [kWh/m²]
T₂₄ Temperatura ambiente diaria (diurna) [°C]

6. Irradiación global en plano inclinado

Superficie fija, azimut 180° (sur), inclinación. 36°

Mes	Gi _m	Gi _d	Di _d	Ri _d	Sh _{loss}
ene	119	3.85	1.00	0.03	0.1
feb	133	4.76	1.31	0.04	0.1
mar	172	5.54	1.77	0.05	0.1
abr	178	5.92	2.09	0.06	0.1
may	192	6.21	2.38	0.08	0.1
jun	195	6.51	2.49	0.08	0.1
jul	205	6.62	2.50	0.08	0.1
ago	190	6.12	2.41	0.07	0.1
sep	158	5.25	2.03	0.05	0.1
oct	138	4.45	1.58	0.04	0.1
nov	113	3.75	1.10	0.03	0.1
dic	107	3.45	0.92	0.02	0.1
año	1900	5.20	1.80	0.05	0.1



Medias mensuales:

Gi_m Irradiación global mensual [kWh/m²]
Gi_d Irradiación global diaria [kWh/m²]
Di_d Irradiación difusa diaria [kWh/m²]
Ri_d Irradiación reflejada diaria [kWh/m²]

Sh_{loss} Pérdidas de irradiación global por sombreado topográfico [%]

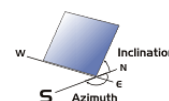
Irradiación global anual media para diferentes tipos de superficie:

	kWh/m²	relativo a la inclinación óptima
Horizontal	1601	84.3%
Con inclinación óptima (36°)	1900	100.0%
Seguimiento a 2 ejes	2459	129.4%
Su opción	1900	100.0%

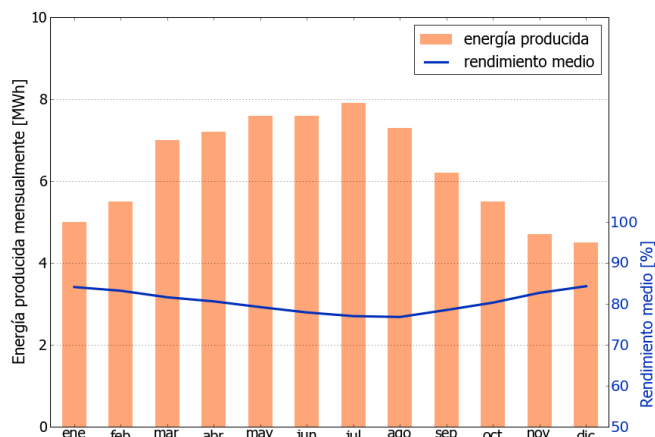
Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.3880°/2.1383°

sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 36°

7. Producción eléctrica FV inicial



Mes	Es _m	Es _d	Et _m	E _{share}	PR
ene	100	3.23	5.0	6.6	84.1
feb	111	3.96	5.5	7.3	83.2
mar	140	4.52	7.0	9.2	81.6
abr	143	4.78	7.2	9.4	80.6
may	153	4.92	7.6	10.0	79.2
jun	152	5.08	7.6	10.0	77.9
jul	158	5.10	7.9	10.4	77.0
ago	146	4.71	7.3	9.6	76.8
sep	124	4.13	6.2	8.1	78.5
oct	111	3.57	5.5	7.3	80.3
nov	93	3.11	4.7	6.1	82.7
dic	90	2.92	4.5	5.9	84.3
año	1522	4.17	76.1	100.0	80.0



Medias mensuales:

Es_m Producción eléctrica específica mensual total [kWh/kWp]
 Es_d Producción eléctrica específica diaria total [kWh/kWp]
 Et_m Producción eléctrica mensual total [MWh]

E_{share} Porcentaje mensual de producción eléctrica [%]
 PR Rendimiento [%]

8. Pérdidas y rendimiento del sistema

Fase en la conversión de energía	Energía producida [kWh/kWp]	Pérdidas [kWh/kWp]	Pérdidas [%]	Rendimiento	
				[parcial %]	[acumul. %]
1. Irrad. global incidente en la superficie (entrada)	1902	-	-	100.0	100.0
2. Irrad. global reducida por el sombreado topográfico	1900	-2	-0.1	99.9	99.9
3. Irrad. global reducida por la reflectividad	1849	-50	-2.6	97.4	97.2
4. Conversión DC en los módulos	1694	-155	-8.4	91.6	89.1
5. Otras pérdidas DC	1601	-93	-5.5	94.5	84.2
6. Inversores (conversión DC/AC)	1561	-40	-2.5	97.5	82.1
7. Pérdidas en AC en el transformador y el cableado	1538	-23	-1.5	98.5	80.8
8. Disponibilidad reducida	1522	-15	-1.0	99.0	80.0
Rendimiento total del sistema	1522	-380	-20.0	-	80.0

Fases de conversión de la energía y pérdidas asociadas:

1. Se asume una producción inicial bajo condiciones estándar de operación,
2. Reducción de la irradiación global debido a obstrucciones por el horizonte topográfico y otros módulos FV,
3. Proporción de irradiación global que es reflejada por la superficie de los módulos FV (típicamente, cristalinos),
4. Pérdidas en los módulos debido a la conversión de radiación solar en corriente continua (DC); cambio de la eficiencia por desvío de las condiciones estándar de operación,
5. Pérdidas DC: desajuste entre módulos FV, pérdidas de calor en los cables y conexiones, pérdidas debidas a suciedad, nieve, hielo y auto-sombreado de los módulos FV,
6. Este paso considera la eficiencia (Euro) para aproximar las pérdidas promedio en el inversor,
7. Las pérdidas en la sección AC y el transformador (donde sea aplicable) dependen de la arquitectura del sistema,
8. El parámetro de disponibilidad asume pérdidas debido a periodos de inactividad causados por operaciones de mantenimiento o fallos.

Las pérdidas en los pasos 2 y 4 están modeladas numéricamente en pvPlanner. Las pérdidas en los pasos 5 y 8 deben ser calculadas por el usuario. Los modelos de simulación tienen incertidumbres inherentes que no se contemplan en este informe. Si desea evaluar posibles riesgos, puede encontrar información adicional sobre los métodos de simulación empleados y las incertidumbres asociadas en <http://solargis.com/products/pvplanner/>.

Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.3880°/2.1383°
sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 36°

9. Solargis v21a - descripción de la base de datos

Solargis es una base de datos climáticos de alta resolución operada por Solargis s.r.o.. Las capas de información incluyen la radiación solar, la temperatura ambiente y datos del terreno (altura y horizonte).

Temperatura ambiente a 2 m: obtenida a partir de los reanálisis del CFSR (© NOAA NCEP, USA); años: 1994 - 2011; refinado a valores cada 15 minutos. Los datos han sido tratados topográficamente (la resolución de 1 km) para incluir la alta variabilidad espacial del terreno.

Radiación solar: obtenida a partir de los datos atmosféricos y del datos de satélite:

- Meteosat PRIME satélite (© EUMETSAT, Alemania) 1994 - 2015, los valores de 15 minutos o 30 minutos para Europa, África y Oriente Medio,
- Meteosat IODC satélite (© EUMETSAT, Alemania) 1999 - 2015, 30 - valores de minutos para Asia,
- GOES EAST satélite (© NOAA, USA) 1999 - 2015, 30 minutos los valores de América,
- GOES WEST satélite (© NOAA, USA) 1999 - 2015, 30 minutos los valores de América y Pacífico,
- MTSAT satélite (© JMA, Japón) 2007 - 2015, los valores de 30 minutos para el Pacífico,
- MACC-II/CAMS (© ECMWF, UK) 2003 - 2015, los datos atmosféricos,
- GFS (© NOAA, USA), 1994 - 2015, los datos atmosféricos,
- MERRA-2 (© NASA, USA), 1994 - 2002, los datos atmosféricos.

Esta evaluación asume años de 365 días. Ocasionalmente, pueden aparecer errores de redondeo numérico que no son atribuibles a defectos del algoritmo aplicado. Puede consultar información adicional sobre los datos, algoritmos y la incertidumbre aplicados en: <http://solargis.com/products/pvplanner/>.

10. Proveedor del servicio

Solargis s.r.o. , Milana Marečka 3, 84108 Bratislava, Eslovaquia; ID del proveedor: 45 354 766, CIF: SK2022962766; Registro: Registro comercial, Juzgado de Distrito Bratislava I, Sección Sro, Archivo 62765/B

11. Modo de uso

Este informe muestra la estimación de la energía solar en la fase de puesta en marcha de un sistema fotovoltaico. Las estimaciones son lo suficientemente precisas para sistemas FV pequeños y medianos. Para simulaciones con seguidores solares, sólo se presentan opciones teóricas sin considerar 'backtracking' ni sombreado. Para la planificación y financiación de grandes proyectos, es necesaria más información:

1. Distribución estadística e incertidumbre de la radiación solar.
2. Especificación detallada del sistema FV
3. Variabilidad interanual e incertidumbre P90 de la producción FV
4. Ciclo de vida de la producción energética teniendo en cuenta la degradación del rendimiento de los componentes FV. Puede encontrar más información acerca del cálculo completo de la producción FV en: <http://solargis.com/products/pv-yield-assessment-study/>.

12. Responsabilidad e información legal

Dada la naturaleza fluctuante del clima, los cambios inter-anales del mismo, y la incertidumbre en las medidas y los procedimientos de cálculo aplicados, Solargis s.r.o. no puede garantizar totalmente la exactitud de sus datos. No obstante, se ha puesto el máximo empeño en el cálculo preciso de las condiciones climáticas basándose en los mejores datos, software y conocimiento disponibles. Solargis s.r.o. no se responsabiliza de ningún daño ocasionado directa o indirectamente como consecuencia del uso del informe proporcionado.

Este informe es propiedad de © 2016 Solargis s.r.o., todos los derechos reservados.
Solargis® es una marca registrada de Solargis s.r.o.

13. Información de contacto

Este informe ha sido generado por SUNCO ENERGY, S.L., C/Bergueda 1 A-3, 08820, BARCELONA, Spain,
<http://www.suncosystems.com>.

Este documento está firmado electrónicamente por Solargis s.r.o..

EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA

Número del informe: PV-29361-1611-273

Fecha: 12 de noviembre de 2016 17:15 (UTC)

1. Descripción del emplazamiento

Nombre del sitio: Barcelona, España

Coordenadas: **41° 22' 58.97" N, 02° 06' 54.92" E**

Elevación: 68 m

Pendiente: 2°

Orientación: 153° sudeste

Irradiación global anual en plano inclinado: **1895 kWh/m²**

Temperatura ambiente anual a 2 m: **15.9 °C**

2. Descripción del sistema FV

Potencia instalada: **50.0 kWp**

Tipo de módulos: silicio cristalino (**c-Si**)

Estructura: **estructura fija, sobreelevada**

Orient./Incl.: **180° (sur) / 36°**

Efic. (Euro) inversor: 97.5%

Pérdidas DC/AC: 5.5% / 1.5%

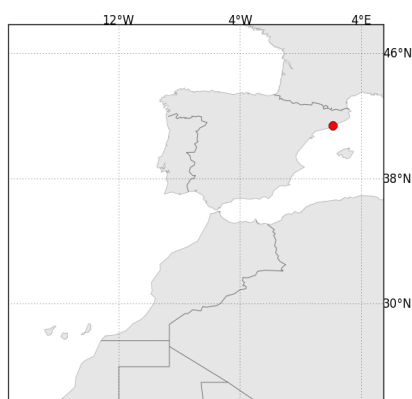
Disponibilidad: 99.0%

Producción eléctrica anual media: **75.9 MWh**

Rendimiento medio: **80.1%**

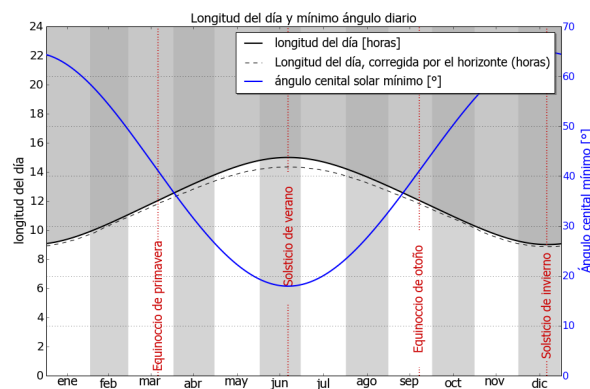
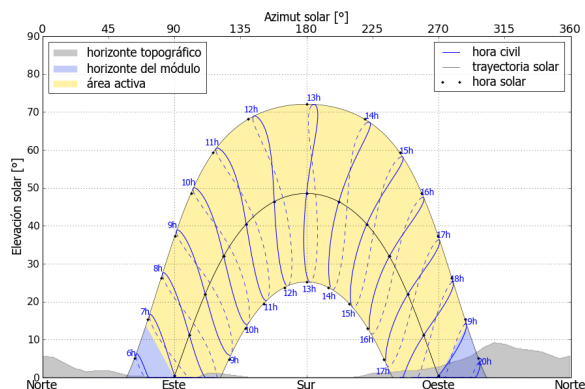
Localización en el mapa: <http://solargis.info/imaps/#tl=Google:satellite&loc=41.3830473118,2.11525440216&z=18>

3. Localización geográfica



Google Maps © 2016 Google

4. Horizonte topográfico y longitud del día



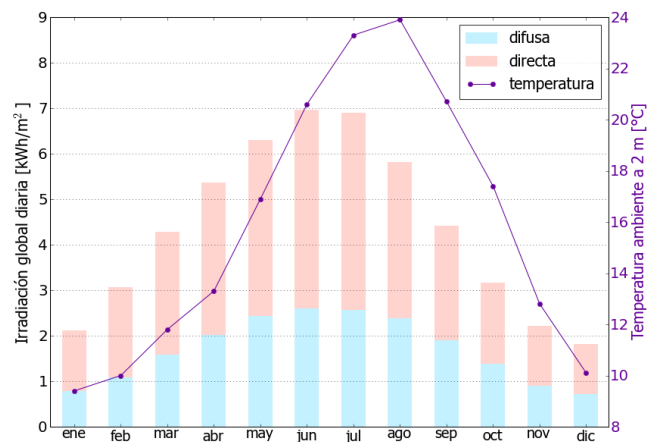
Izquierda: Trayectoria solar anual. El horizonte topográfico (en gris) y el horizonte del módulo (en azul) pueden dar lugar a ocultaciones solares. Los puntos negros muestran el tiempo solar verdadero. Las etiquetas en azul indican la hora civil local.

Derecha: Duración del día y ángulo cenital solar a lo largo del año. Si el horizonte local no es nulo, la duración real del día (tiempo en que el Sol está por encima del horizonte local) es menor que la duración astronómica.

Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.3830°/2.1153°
sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 36°

5. Irradiación global horizontal y temperatura ambiente - referencia climática

Mes	Gh _m	Gh _d	Dh _d	T ₂₄
ene	66	2.11	0.79	9.4
feb	86	3.06	1.09	10.0
mar	133	4.29	1.59	11.8
abr	161	5.37	2.02	13.3
may	195	6.30	2.43	16.9
jun	209	6.96	2.60	20.6
jul	214	6.90	2.56	23.3
ago	181	5.82	2.38	23.9
sep	132	4.41	1.90	20.7
oct	98	3.17	1.39	17.4
nov	67	2.22	0.90	12.8
dic	56	1.82	0.72	10.1
año	1597	4.38	1.70	15.9



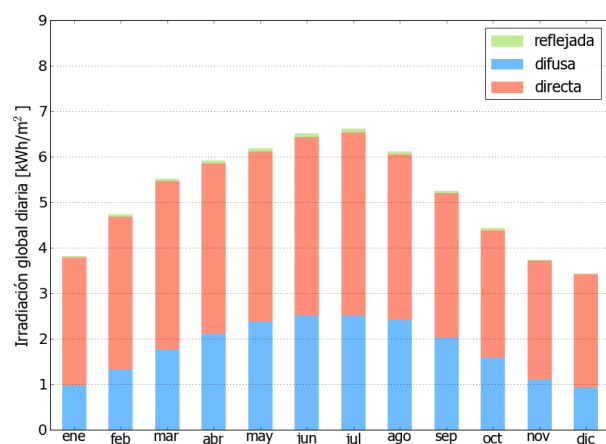
Medias anuales:

Gh_m Irradiación global mensual [kWh/m²]
Gh_d Irradiación global diaria [kWh/m²]
Dh_d Irradiación difusa diaria [kWh/m²]
T₂₄ Temperatura ambiente diaria (diurna) [°C]

6. Irradiación global en plano inclinado

Superficie fija, azimut 180° (sur), inclinación. 36°

Mes	Gi _m	Gi _d	Di _d	Ri _d	Sh _{loss}
ene	118	3.82	0.99	0.03	0.1
feb	133	4.73	1.31	0.04	0.1
mar	171	5.51	1.77	0.05	0.1
abr	177	5.91	2.10	0.06	0.1
may	192	6.19	2.38	0.08	0.1
jun	195	6.51	2.50	0.08	0.1
jul	205	6.62	2.51	0.08	0.1
ago	190	6.12	2.42	0.07	0.1
sep	157	5.25	2.04	0.05	0.1
oct	137	4.43	1.58	0.04	0.1
nov	112	3.74	1.10	0.03	0.1
dic	107	3.44	0.92	0.02	0.1
año	1895	5.19	1.80	0.05	0.1



Medias mensuales:

Gi_m Irradiación global mensual [kWh/m²]
Gi_d Irradiación global diaria [kWh/m²]
Di_d Irradiación difusa diaria [kWh/m²]
Ri_d Irradiación reflejada diaria [kWh/m²]

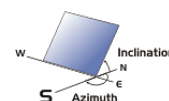
Sh_{loss} Pérdidas de irradiación global por sombreado topográfico [%]

Irradiación global anual media para diferentes tipos de superficie:

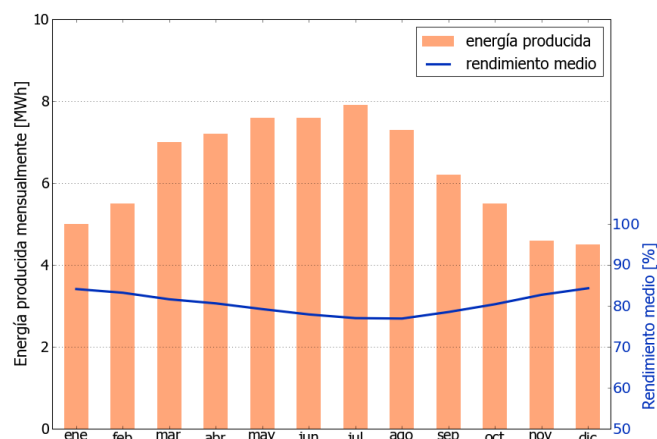
	kWh/m²	relativo a la inclinación óptima
Horizontal	1597	84.3%
Con inclinación óptima (36°)	1895	100.0%
Seguimiento a 2 ejes	2450	129.3%
Su opción	1895	100.0%

Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.3830°/2.1153°
sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 36°

7. Producción eléctrica FV inicial



Mes	Es _m	Es _d	Et _m	E _{share}	PR
ene	100	3.22	5.0	6.6	84.1
feb	110	3.94	5.5	7.3	83.2
mar	140	4.50	7.0	9.2	81.6
abr	143	4.77	7.2	9.4	80.6
may	152	4.91	7.6	10.0	79.2
jun	152	5.07	7.6	10.0	77.9
jul	158	5.10	7.9	10.4	77.0
ago	146	4.71	7.3	9.6	76.9
sep	124	4.12	6.2	8.1	78.5
oct	111	3.56	5.5	7.3	80.4
nov	93	3.09	4.6	6.1	82.7
dic	90	2.90	4.5	5.9	84.3
año	1518	4.16	75.9	100.0	80.1



Medias mensuales:

Es_m Producción eléctrica específica mensual total [kWh/kWp]
Es_d Producción eléctrica específica diaria total [kWh/kWp]
Et_m Producción eléctrica mensual total [MWh]

E_{share} Porcentaje mensual de producción eléctrica [%]
PR Rendimiento [%]

8. Pérdidas y rendimiento del sistema

Fase en la conversión de energía	Energía producida [kWh/kWp]	Pérdidas [kWh/kWp]	Pérdidas [%]	Rendimiento	
				[parcial %]	[acumul. %]
1. Irrad. global incidente en la superficie (entrada)	1896	-	-	100.0	100.0
2. Irrad. global reducida por el sombreado topográfico	1895	-2	-0.1	99.9	99.9
3. Irrad. global reducida por la reflectividad	1844	-50	-2.6	97.4	97.3
4. Conversión DC en los módulos	1690	-155	-8.4	91.6	89.1
5. Otras pérdidas DC	1597	-93	-5.5	94.5	84.2
6. Inversores (conversión DC/AC)	1557	-40	-2.5	97.5	82.1
7. Pérdidas en AC en el transformador y el cableado	1533	-23	-1.5	98.5	80.9
8. Disponibilidad reducida	1518	-15	-1.0	99.0	80.1
Rendimiento total del sistema	1518	-378	-19.9	-	80.1

Fases de conversión de la energía y pérdidas asociadas:

1. Se asume una producción inicial bajo condiciones estándar de operación,
2. Reducción de la irradiación global debido a obstrucciones por el horizonte topográfico y otros módulos FV,
3. Proporción de irradiación global que es reflejada por la superficie de los módulos FV (típicamente, cristalinos),
4. Pérdidas en los módulos debido a la conversión de radiación solar en corriente continua (DC); cambio de la eficiencia por desvío de las condiciones estándar de operación,
5. Pérdidas DC: desajuste entre módulos FV, pérdidas de calor en los cables y conexiones, pérdidas debidas a suciedad, nieve, hielo y auto-sombreado de los módulos FV,
6. Este paso considera la eficiencia (Euro) para aproximar las pérdidas promedio en el inversor,
7. Las pérdidas en la sección AC y el transformador (donde sea aplicable) dependen de la arquitectura del sistema,
8. El parámetro de disponibilidad asume pérdidas debido a periodos de inactividad causados por operaciones de mantenimiento o fallos.

Las pérdidas en los pasos 2 y 4 están modeladas numéricamente en pvPlanner. Las pérdidas en los pasos 5 y 8 deben ser calculadas por el usuario. Los modelos de simulación tienen incertidumbres inherentes que no se contemplan en este informe. Si desea evaluar posibles riesgos, puede encontrar información adicional sobre los métodos de simulación empleados y las incertidumbres asociadas en <http://solargis.com/products/pvplanner/>.

Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.3830°/2.1153°
sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 36°

9. Solargis v21a - descripción de la base de datos

Solargis es una base de datos climáticos de alta resolución operada por Solargis s.r.o.. Las capas de información incluyen la radiación solar, la temperatura ambiente y datos del terreno (altura y horizonte).

Temperatura ambiente a 2 m: obtenida a partir de los reanálisis del CFSR (© NOAA NCEP, USA); años: 1994 - 2011; refinado a valores cada 15 minutos. Los datos han sido tratados topográficamente (la resolución de 1 km) para incluir la alta variabilidad espacial del terreno.

Radiación solar: obtenida a partir de los datos atmosféricos y del datos de satélite:

- Meteosat PRIME satélite (© EUMETSAT, Alemania) 1994 - 2015, los valores de 15 minutos o 30 minutos para Europa, África y Oriente Medio,
- Meteosat IODC satélite (© EUMETSAT, Alemania) 1999 - 2015, 30 - valores de minutos para Asia,
- GOES EAST satélite (© NOAA, USA) 1999 - 2015, 30 minutos los valores de América,
- GOES WEST satélite (© NOAA, USA) 1999 - 2015, 30 minutos los valores de América y Pacífico,
- MTSAT satélite (© JMA, Japón) 2007 - 2015, los valores de 30 minutos para el Pacífico,
- MACC-II/CAMS (© ECMWF, UK) 2003 - 2015, los datos atmosféricos,
- GFS (© NOAA, USA), 1994 - 2015, los datos atmosféricos,
- MERRA-2 (© NASA, USA), 1994 - 2002, los datos atmosféricos.

Esta evaluación asume años de 365 días. Ocasionalmente, pueden aparecer errores de redondeo numérico que no son atribuibles a defectos del algoritmo aplicado. Puede consultar información adicional sobre los datos, algoritmos y la incertidumbre aplicados en: <http://solargis.com/products/pvplanner/>.

10. Proveedor del servicio

Solargis s.r.o. , Milana Marečka 3, 84108 Bratislava, Eslovaquia; ID del proveedor: 45 354 766, CIF: SK2022962766; Registro: Registro comercial, Juzgado de Distrito Bratislava I, Sección Sro, Archivo 62765/B

11. Modo de uso

Este informe muestra la estimación de la energía solar en la fase de puesta en marcha de un sistema fotovoltaico. Las estimaciones son lo suficientemente precisas para sistemas FV pequeños y medianos. Para simulaciones con seguidores solares, sólo se presentan opciones teóricas sin considerar 'backtracking' ni sombreado. Para la planificación y financiación de grandes proyectos, es necesaria más información:

1. Distribución estadística e incertidumbre de la radiación solar.
2. Especificación detallada del sistema FV
3. Variabilidad interanual e incertidumbre P90 de la producción FV
4. Ciclo de vida de la producción energética teniendo en cuenta la degradación del rendimiento de los componentes FV. Puede encontrar más información acerca del cálculo completo de la producción FV en: <http://solargis.com/products/pv-yield-assessment-study/>.

12. Responsabilidad e información legal

Dada la naturaleza fluctuante del clima, los cambios inter-anales del mismo, y la incertidumbre en las medidas y los procedimientos de cálculo aplicados, Solargis s.r.o. no puede garantizar totalmente la exactitud de sus datos. No obstante, se ha puesto el máximo empeño en el cálculo preciso de las condiciones climáticas basándose en los mejores datos, software y conocimiento disponibles. Solargis s.r.o. no se responsabiliza de ningún daño ocasionado directa o indirectamente como consecuencia del uso del informe proporcionado.

Este informe es propiedad de © 2016 Solargis s.r.o., todos los derechos reservados.
Solargis® es una marca registrada de Solargis s.r.o.

13. Información de contacto

Este informe ha sido generado por SUNCO ENERGY, S.L., C/Bergueda 1 A-3, 08820, BARCELONA, Spain,
<http://www.suncosystems.com>.

Este documento está firmado electrónicamente por Solargis s.r.o..

EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA

Número del informe: PV-29361-1611-286
Fecha: 12 de noviembre de 2016 17:28 (UTC)

1. Descripción del emplazamiento

Nombre del sitio: Barcelona, España

Coordenadas: **41° 23' 44.37" N, 02° 06' 24.49" E**
Elevación: 178 m
Pendiente: 6°
Orientación: 114° sudeste

Irradiación global anual en plano inclinado: **1868 kWh/m²**
Temperatura ambiente anual a 2 m: **15.4 °C**

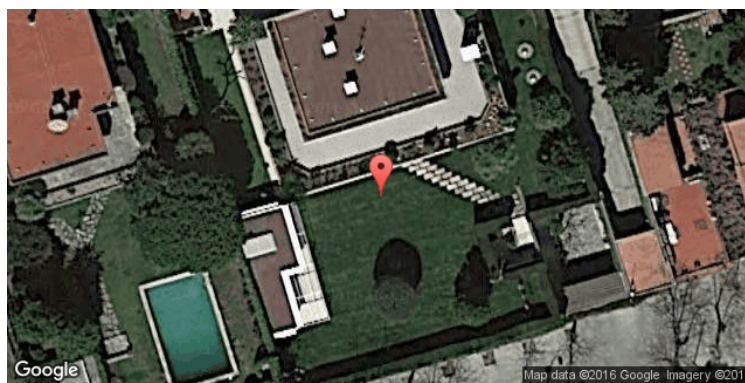
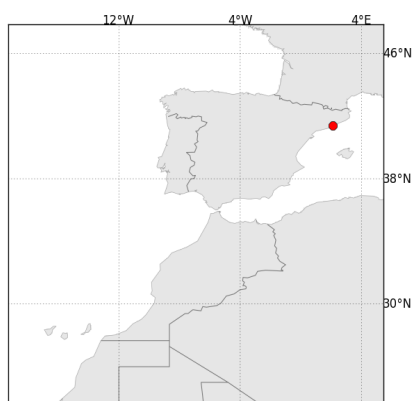
2. Descripción del sistema FV

Potencia instalada: **50.0 kWp**
Tipo de módulos: silicio cristalino (**c-Si**)
Estructura: **estructura fija, sobreelevada**
Orient./Incl.: **180° (sur) / 35°**
Efic. (Euro) inversor: 97.5%
Pérdidas DC/AC: 5.5% / 1.5%
Disponibilidad: 99.0%

Producción eléctrica anual media: **75.0 MWh**
Rendimiento medio: **79.1%**

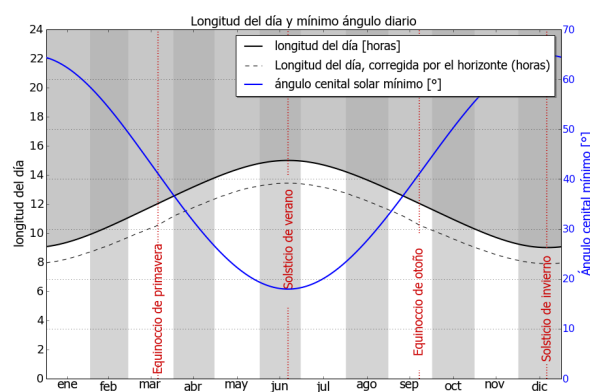
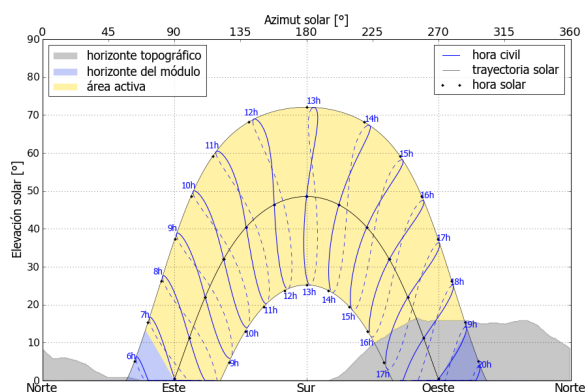
Localización en el mapa: <http://solargis.info/imaps/#tl=Google:satellite&loc=41.3956570503,2.10680410266&z=20>

3. Localización geográfica



Google Maps © 2016 Google

4. Horizonte topográfico y longitud del día



Izquierda: Trayectoria solar anual. El horizonte topográfico (en gris) y el horizonte del módulo (en azul) pueden dar lugar a ocultaciones solares. Los puntos negros muestran el tiempo solar verdadero. Las etiquetas en azul indican la hora civil local.

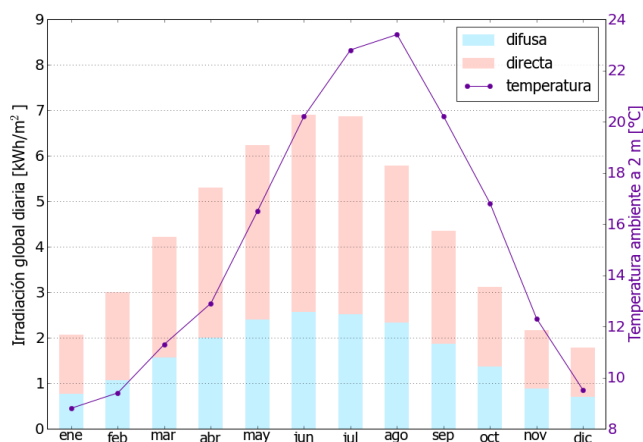
Derecha: Duración del día y ángulo cenital solar a lo largo del año. Si el horizonte local no es nulo, la duración real del día (tiempo en que el Sol está por encima del horizonte local) es menor que la duración astronómica.

Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.3957°/2.1068°

sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 35°

5. Irradiación global horizontal y temperatura ambiente - referencia climática

Mes	Gh _m	Gh _d	Dh _d	T ₂₄
ene	64	2.07	0.77	8.8
feb	84	3.00	1.07	9.4
mar	131	4.21	1.56	11.3
abr	159	5.30	2.00	12.9
may	193	6.24	2.40	16.5
jun	207	6.90	2.56	20.2
jul	213	6.86	2.52	22.8
ago	179	5.78	2.34	23.4
sep	131	4.35	1.87	20.2
oct	97	3.12	1.36	16.8
nov	65	2.17	0.88	12.3
dic	55	1.78	0.70	9.5
año	1577	4.32	1.67	15.4



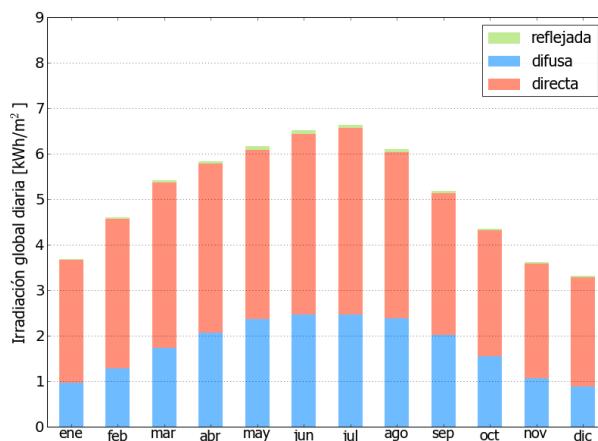
Medias anuales:

Gh _m	Irradiación global mensual [kWh/m ²]
Gh _d	Irradiación global diaria [kWh/m ²]
Dh _d	Irradiación difusa diaria [kWh/m ²]
T ₂₄	Temperatura ambiente diaria (diurna) [°C]

6. Irradiación global en plano inclinado

Superficie fija, azimut 180° (sur), inclinación. 35°

Mes	Gi _m	Gi _d	Di _d	Ri _d	Sh _{loss}
ene	114	3.68	0.96	0.02	2.9
feb	129	4.60	1.28	0.04	2.3
mar	168	5.41	1.74	0.05	1.7
abr	176	5.84	2.07	0.06	1.0
may	191	6.16	2.36	0.07	0.6
jun	195	6.52	2.47	0.08	0.5
jul	206	6.64	2.47	0.08	0.5
ago	189	6.10	2.38	0.07	0.8
sep	156	5.18	2.01	0.05	1.4
oct	135	4.35	1.55	0.04	1.9
nov	108	3.61	1.07	0.03	2.9
dic	102	3.31	0.89	0.02	3.0
año	1868	5.12	1.77	0.05	1.4



Medias mensuales:

Gi _m	Irradiación global mensual [kWh/m ²]
Gi _d	Irradiación global diaria [kWh/m ²]
Di _d	Irradiación difusa diaria [kWh/m ²]
Ri _d	Irradiación reflejada diaria [kWh/m ²]

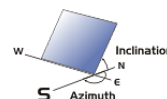
Sh_{loss} Pérdidas de irradiación global por sombreado topográfico [%]

Irradiación global anual media para diferentes tipos de superficie:

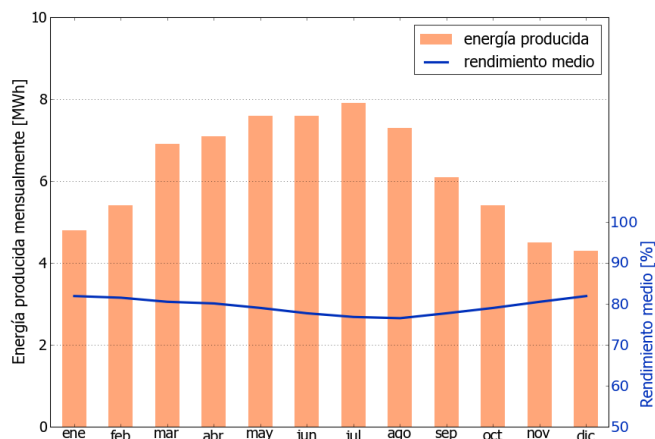
	kWh/m ²	relativo a la inclinación óptima
Horizontal	1577	84.4%
Con inclinación óptima (35°)	1868	100.0%
Seguimiento a 2 ejes	2365	126.6%
Su opción	1868	100.0%

Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.3957°/2.1068°
sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 35°

7. Producción eléctrica FV inicial



Mes	Es _m	Es _d	Et _m	E _{share}	PR
ene	96	3.11	4.8	6.4	81.9
feb	107	3.84	5.4	7.2	81.5
mar	137	4.43	6.9	9.2	80.5
abr	142	4.73	7.1	9.5	80.1
may	152	4.90	7.6	10.1	79.0
jun	153	5.09	7.6	10.2	77.7
jul	159	5.13	7.9	10.6	76.8
ago	146	4.71	7.3	9.7	76.5
sep	123	4.08	6.1	8.2	77.7
oct	108	3.50	5.4	7.2	79.0
nov	90	2.99	4.5	6.0	80.5
dic	87	2.79	4.3	5.8	81.9
año	1499	4.11	75.0	100.0	79.1



Medias mensuales:

Es_m Producción eléctrica específica mensual total [kWh/kWp]
Es_d Producción eléctrica específica diaria total [kWh/kWp]
Et_m Producción eléctrica mensual total [MWh]

E_{share} Percentage mensual de producción eléctrica [%]
PR Rendimiento [%]

8. Pérdidas y rendimiento del sistema

Fase en la conversión de energía	Energía producida [kWh/kWp]	Pérdidas [kWh/kWp]	Pérdidas [%]	Rendimiento [parcial %]	Rendimiento [acumul. %]
1. Irrad. global incidente en la superficie (entrada)	1895	-	-	100.0	100.0
2. Irrad. global reducida por el sombreado topográfico	1868	-27	-1.4	98.6	98.6
3. Irrad. global reducida por la reflectividad	1820	-48	-2.6	97.4	96.0
4. Conversión DC en los módulos	1669	-152	-8.3	91.7	88.0
5. Otras pérdidas DC	1577	-92	-5.5	94.5	83.2
6. Inversores (conversión DC/AC)	1537	-39	-2.5	97.5	81.1
7. Pérdidas en AC en el transformador y el cableado	1514	-23	-1.5	98.5	79.9
8. Disponibilidad reducida	1499	-15	-1.0	99.0	79.1
Rendimiento total del sistema	1499	-396	-20.9	-	79.1

Fases de conversión de la energía y pérdidas asociadas:

1. Se asume una producción inicial bajo condiciones estándar de operación,
2. Reducción de la irradiación global debido a obstrucciones por el horizonte topográfico y otros módulos FV,
3. Proporción de irradiación global que es reflejada por la superficie de los módulos FV (típicamente, cristalinos),
4. Pérdidas en los módulos debido a la conversión de radiación solar en corriente continua (DC); cambio de la eficiencia por desvío de las condiciones estándar de operación,
5. Pérdidas DC: desajuste entre módulos FV, pérdidas de calor en los cables y conexiones, pérdidas debidas a suciedad, nieve, hielo y auto-sombreado de los módulos FV,
6. Este paso considera la eficiencia (Euro) para aproximar las pérdidas promedio en el inversor,
7. Las pérdidas en la sección AC y el transformador (donde sea aplicable) dependen de la arquitectura del sistema,
8. El parámetro de disponibilidad asume pérdidas debido a periodos de inactividad causados por operaciones de mantenimiento o fallos.

Las pérdidas en los pasos 2 y 4 están modeladas numéricamente en pvPlanner. Las pérdidas en los pasos 5 y 8 deben ser calculadas por el usuario. Los modelos de simulación tienen incertidumbres inherentes que no se contemplan en este informe. Si desea evaluar posibles riesgos, puede encontrar información adicional sobre los métodos de simulación empleados y las incertidumbres asociadas en <http://solargis.com/products/pvplanner/>.

Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.3957°/2.1068°

sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 35°

9. Solargis v21a - descripción de la base de datos

Solargis es una base de datos climáticos de alta resolución operada por Solargis s.r.o.. Las capas de información incluyen la radiación solar, la temperatura ambiente y datos del terreno (altura y horizonte).

Temperatura ambiente a 2 m: obtenida a partir de los reanálisis del CFSR (© NOAA NCEP, USA); años: 1994 - 2011; refinado a valores cada 15 minutos. Los datos han sido tratados topográficamente (la resolución de 1 km) para incluir la alta variabilidad espacial del terreno.

Radiación solar: obtenida a partir de los datos atmosféricos y del datos de satélite:

- Meteosat PRIME satélite (© EUMETSAT, Alemania) 1994 - 2015, los valores de 15 minutos o 30 minutos para Europa, África y Oriente Medio,
- Meteosat IODC satélite (© EUMETSAT, Alemania) 1999 - 2015, 30 - valores de minutos para Asia,
- GOES EAST satélite (© NOAA, USA) 1999 - 2015, 30 minutos los valores de América,
- GOES WEST satélite (© NOAA, USA) 1999 - 2015, 30 minutos los valores de América y Pacífico,
- MTSAT satélite (© JMA, Japón) 2007 - 2015, los valores de 30 minutos para el Pacífico,
- MACC-II/CAMS (© ECMWF, UK) 2003 - 2015, los datos atmosféricos,
- GFS (© NOAA, USA), 1994 - 2015, los datos atmosféricos,
- MERRA-2 (© NASA, USA), 1994 - 2002, los datos atmosféricos.

Esta evaluación asume años de 365 días. Ocasionalmente, pueden aparecer errores de redondeo numérico que no son atribuibles a defectos del algoritmo aplicado. Puede consultar información adicional sobre los datos, algoritmos y la incertidumbre aplicados en: <http://solargis.com/products/pvplanner/>.

10. Proveedor del servicio

Solargis s.r.o. , Milana Marečka 3, 84108 Bratislava, Eslovaquia; ID del proveedor: 45 354 766, CIF: SK2022962766; Registro: Registro comercial, Juzgado de Distrito Bratislava I, Sección Sro, Archivo 62765/B

11. Modo de uso

Este informe muestra la estimación de la energía solar en la fase de puesta en marcha de un sistema fotovoltaico. Las estimaciones son lo suficientemente precisas para sistemas FV pequeños y medianos. Para simulaciones con seguidores solares, sólo se presentan opciones teóricas sin considerar 'backtracking' ni sombreado. Para la planificación y financiación de grandes proyectos, es necesaria más información:

1. Distribución estadística e incertidumbre de la radiación solar.
2. Especificación detallada del sistema FV
3. Variabilidad interanual e incertidumbre P90 de la producción FV
4. Ciclo de vida de la producción energética teniendo en cuenta la degradación del rendimiento de los componentes FV. Puede encontrar más información acerca del cálculo completo de la producción FV en: <http://solargis.com/products/pv-yield-assessment-study/>.

12. Responsabilidad e información legal

Dada la naturaleza fluctuante del clima, los cambios inter-anales del mismo, y la incertidumbre en las medidas y los procedimientos de cálculo aplicados, Solargis s.r.o. no puede garantizar totalmente la exactitud de sus datos. No obstante, se ha puesto el máximo empeño en el cálculo preciso de las condiciones climáticas basándose en los mejores datos, software y conocimiento disponibles. Solargis s.r.o. no se responsabiliza de ningún daño ocasionado directa o indirectamente como consecuencia del uso del informe proporcionado.

Este informe es propiedad de © 2016 Solargis s.r.o., todos los derechos reservados.
Solargis® es una marca registrada de Solargis s.r.o.

13. Información de contacto

Este informe ha sido generado por SUNCO ENERGY, S.L., C/Bergueda 1 A-3, 08820, BARCELONA, Spain,
<http://www.suncosystems.com>.

Este documento está firmado electrónicamente por Solargis s.r.o..

EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA

Número del informe: PV-29361-1611-328
Fecha: 15 de noviembre de 2016 10:56 (UTC)

1. Descripción del emplazamiento

Nombre del sitio: Barcelona, España

Coordenadas: **41° 23' 43.92" N, 02° 08' 12.82" E**
Elevación: 85 m
Pendiente: 3°
Orientación: 167° sur

Irradiación global anual en plano inclinado: **1897 kWh/m²**
Temperatura ambiente anual a 2 m: **15.8 °C**

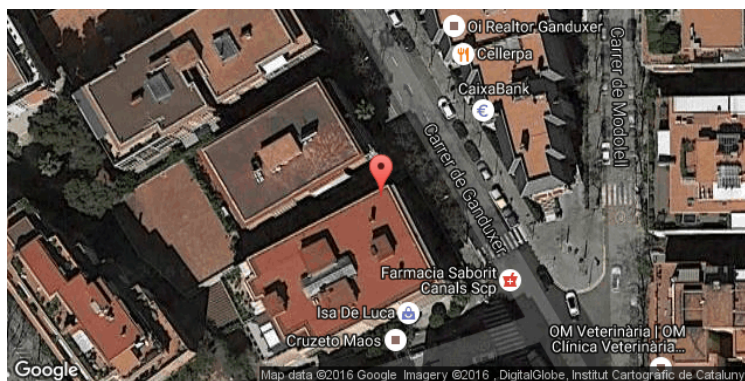
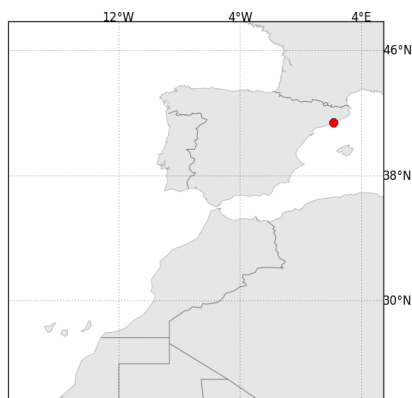
2. Descripción del sistema FV

Potencia instalada: **50.0 kWp**
Tipo de módulos: silicio cristalino (**c-Si**)
Estructura: **estructura fija, sobreelevada**
Orient./Incl.: **180° (sur) / 36°**
Efic. (Euro) inversor: 97.5%
Pérdidas DC/AC: 5.5% / 1.5%
Disponibilidad: 99.0%

Producción eléctrica anual media: **76.0 MWh**
Rendimiento medio: **80.1%**

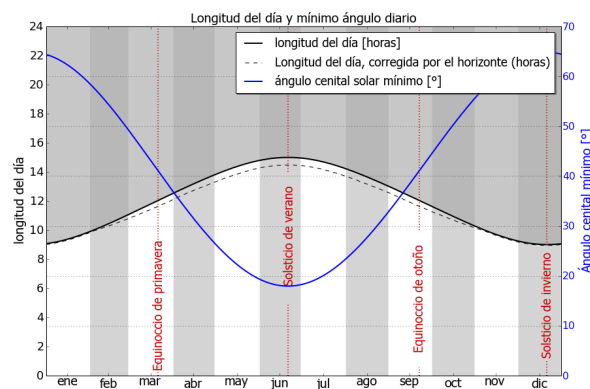
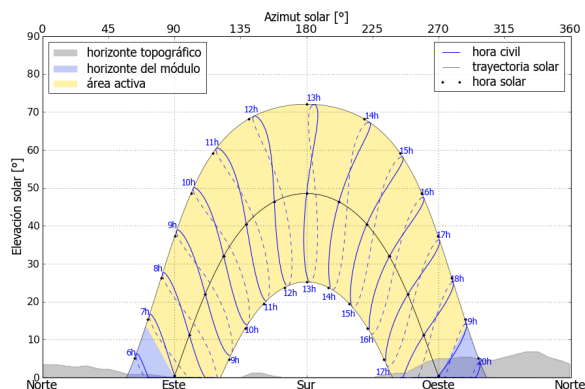
Localización en el mapa: <http://solargis.info/imaps/#tl=Google:satellite&loc=41.3955346926,2.13689446449&z=19>

3. Localización geográfica



Google Maps © 2016 Google

4. Horizonte topográfico y longitud del día



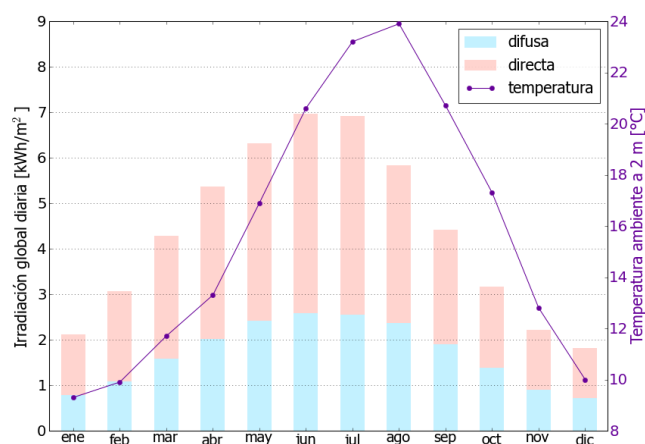
Izquierda: Trayectoria solar anual. El horizonte topográfico (en gris) y el horizonte del módulo (en azul) pueden dar lugar a ocultaciones solares. Los puntos negros muestran el tiempo solar verdadero. Las etiquetas en azul indican la hora civil local.

Derecha: Duración del día y ángulo cenital solar a lo largo del año. Si el horizonte local no es nulo, la duración real del día (tiempo en que el Sol está por encima del horizonte local) es menor que la duración astronómica.

Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.3955°/2.1369°
sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 36°

5. Irradiación global horizontal y temperatura ambiente - referencia climática

Mes	Gh _m	Gh _d	Dh _d	T ₂₄
ene	66	2.11	0.79	9.3
feb	86	3.06	1.09	9.9
mar	133	4.29	1.58	11.7
abr	161	5.37	2.02	13.3
may	196	6.31	2.42	16.9
jun	209	6.96	2.59	20.6
jul	214	6.91	2.55	23.2
ago	181	5.83	2.37	23.9
sep	132	4.41	1.90	20.7
oct	98	3.17	1.39	17.3
nov	67	2.22	0.90	12.8
dic	56	1.82	0.72	10.0
año	1599	4.38	1.70	15.8



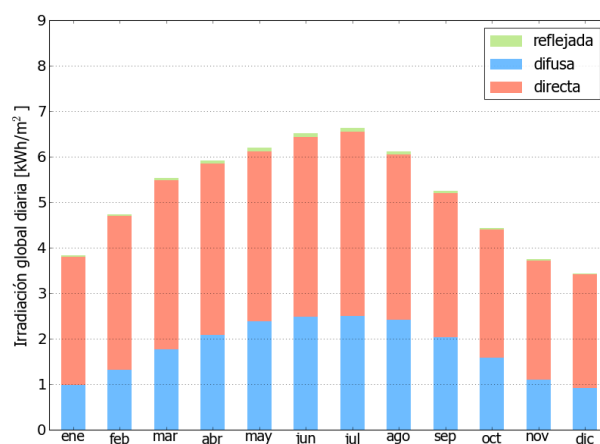
Medias anuales:

Gh_m Irradiación global mensual [kWh/m²]
Gh_d Irradiación global diaria [kWh/m²]
Dh_d Irradiación difusa diaria [kWh/m²]
T₂₄ Temperatura ambiente diaria (diurna) [°C]

6. Irradiación global en plano inclinado

Superficie fija, azimut 180° (sur), inclinación. 36°

Mes	Gi _m	Gi _d	Di _d	Ri _d	Sh _{loss}
ene	119	3.83	0.99	0.03	0.1
feb	133	4.74	1.31	0.04	0.1
mar	171	5.53	1.77	0.05	0.1
abr	177	5.91	2.09	0.06	0.1
may	192	6.20	2.38	0.08	0.1
jun	195	6.51	2.49	0.08	0.1
jul	205	6.63	2.50	0.08	0.1
ago	190	6.12	2.41	0.07	0.1
sep	158	5.25	2.04	0.05	0.1
oct	138	4.44	1.58	0.04	0.1
nov	112	3.75	1.10	0.03	0.1
dic	107	3.44	0.92	0.02	0.1
año	1897	5.20	1.80	0.05	0.1



Medias mensuales:

Gi_m Irradiación global mensual [kWh/m²]
Gi_d Irradiación global diaria [kWh/m²]
Di_d Irradiación difusa diaria [kWh/m²]
Ri_d Irradiación reflejada diaria [kWh/m²]

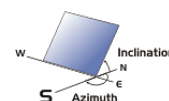
Sh_{loss} Pérdidas de irradiación global por sombreado topográfico [%]

Irradiación global anual media para diferentes tipos de superficie:

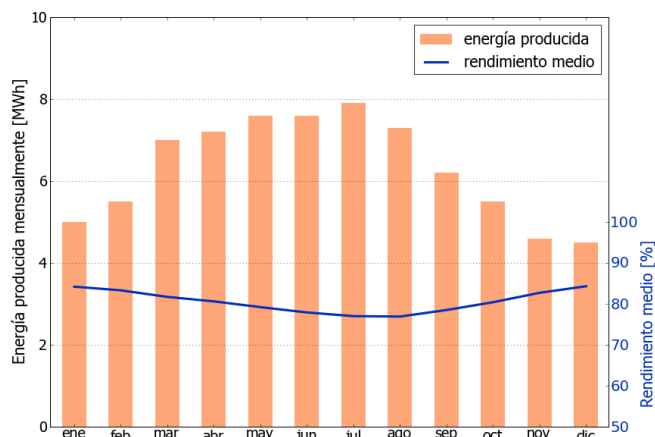
	kWh/m²	relativo a la inclinación óptima
Horizontal	1599	84.3%
Con inclinación óptima (36°)	1897	100.0%
Seguimiento a 2 ejes	2455	129.4%
Su opción	1897	100.0%

Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.3955°/2.1369°
sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 36°

7. Producción eléctrica FV inicial



Mes	Es _m	Es _d	Et _m	E _{share}	PR
ene	100	3.23	5.0	6.6	84.2
feb	111	3.95	5.5	7.3	83.3
mar	140	4.52	7.0	9.2	81.7
abr	143	4.77	7.2	9.4	80.6
may	152	4.91	7.6	10.0	79.2
jun	152	5.08	7.6	10.0	77.9
jul	158	5.11	7.9	10.4	77.0
ago	146	4.71	7.3	9.6	76.9
sep	124	4.13	6.2	8.1	78.5
oct	111	3.57	5.5	7.3	80.4
nov	93	3.10	4.6	6.1	82.7
dic	90	2.90	4.5	5.9	84.3
año	1520	4.16	76.0	100.0	80.1



Medias mensuales:

Es_m Producción eléctrica específica mensual total [kWh/kWp]
Es_d Producción eléctrica específica diaria total [kWh/kWp]
Et_m Producción eléctrica mensual total [MWh]

E_{share} Percentage mensual de producción eléctrica [%]
PR Rendimiento [%]

8. Pérdidas y rendimiento del sistema

Fase en la conversión de energía	Energía producida [kWh/kWp]	Pérdidas [kWh/kWp]	Pérdidas [%]	Rendimiento [parcial %]	Rendimiento [acumul. %]
1. Irrad. global incidente en la superficie (entrada)	1899	-	-	100.0	100.0
2. Irrad. global reducida por el sombreado topográfico	1897	-1	-0.1	99.9	99.9
3. Irrad. global reducida por la reflectividad	1847	-50	-2.6	97.4	97.3
4. Conversión DC en los módulos	1692	-155	-8.4	91.6	89.1
5. Otras pérdidas DC	1599	-93	-5.5	94.5	84.2
6. Inversores (conversión DC/AC)	1559	-40	-2.5	97.5	82.1
7. Pérdidas en AC en el transformador y el cableado	1536	-23	-1.5	98.5	80.9
8. Disponibilidad reducida	1520	-15	-1.0	99.0	80.1
Rendimiento total del sistema	1520	-378	-19.9	-	80.1

Fases de conversión de la energía y pérdidas asociadas:

1. Se asume una producción inicial bajo condiciones estándar de operación,
2. Reducción de la irradiación global debido a obstrucciones por el horizonte topográfico y otros módulos FV,
3. Proporción de irradiación global que es reflejada por la superficie de los módulos FV (típicamente, cristalinos),
4. Pérdidas en los módulos debido a la conversión de radiación solar en corriente continua (DC); cambio de la eficiencia por desvío de las condiciones estándar de operación,
5. Pérdidas DC: desajuste entre módulos FV, pérdidas de calor en los cables y conexiones, pérdidas debidas a suciedad, nieve, hielo y auto-sombreado de los módulos FV,
6. Este paso considera la eficiencia (Euro) para aproximar las pérdidas promedio en el inversor,
7. Las pérdidas en la sección AC y el transformador (donde sea aplicable) dependen de la arquitectura del sistema,
8. El parámetro de disponibilidad asume pérdidas debido a periodos de inactividad causados por operaciones de mantenimiento o fallos.

Las pérdidas en los pasos 2 y 4 están modeladas numéricamente en pvPlanner. Las pérdidas en los pasos 5 y 8 deben ser calculadas por el usuario. Los modelos de simulación tienen incertidumbres inherentes que no se contemplan en este informe. Si desea evaluar posibles riesgos, puede encontrar información adicional sobre los métodos de simulación empleados y las incertidumbres asociadas en <http://solargis.com/products/pvplanner/>.

Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.3955°/2.1369°
sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 36°

9. Solargis v21a - descripción de la base de datos

Solargis es una base de datos climáticos de alta resolución operada por Solargis s.r.o.. Las capas de información incluyen la radiación solar, la temperatura ambiente y datos del terreno (altura y horizonte).

Temperatura ambiente a 2 m: obtenida a partir de los reanálisis del CFSR (© NOAA NCEP, USA); años: 1994 - 2011; refinado a valores cada 15 minutos. Los datos han sido tratados topográficamente (la resolución de 1 km) para incluir la alta variabilidad espacial del terreno.

Radiación solar: obtenida a partir de los datos atmosféricos y del datos de satélite:

- Meteosat PRIME satélite (© EUMETSAT, Alemania) 1994 - 2015, los valores de 15 minutos o 30 minutos para Europa, África y Oriente Medio,
- Meteosat IODC satélite (© EUMETSAT, Alemania) 1999 - 2015, 30 - valores de minutos para Asia,
- GOES EAST satélite (© NOAA, USA) 1999 - 2015, 30 minutos los valores de América,
- GOES WEST satélite (© NOAA, USA) 1999 - 2015, 30 minutos los valores de América y Pacífico,
- MTSAT satélite (© JMA, Japón) 2007 - 2015, los valores de 30 minutos para el Pacífico,
- MACC-II/CAMS (© ECMWF, UK) 2003 - 2015, los datos atmosféricos,
- GFS (© NOAA, USA), 1994 - 2015, los datos atmosféricos,
- MERRA-2 (© NASA, USA), 1994 - 2002, los datos atmosféricos.

Esta evaluación asume años de 365 días. Ocasionalmente, pueden aparecer errores de redondeo numérico que no son atribuibles a defectos del algoritmo aplicado. Puede consultar información adicional sobre los datos, algoritmos y la incertidumbre aplicados en: <http://solargis.com/products/pvplanner/>.

10. Proveedor del servicio

Solargis s.r.o. , Milana Marečka 3, 84108 Bratislava, Eslovaquia; ID del proveedor: 45 354 766, CIF: SK2022962766; Registro: Registro comercial, Juzgado de Distrito Bratislava I, Sección Sro, Archivo 62765/B

11. Modo de uso

Este informe muestra la estimación de la energía solar en la fase de puesta en marcha de un sistema fotovoltaico. Las estimaciones son lo suficientemente precisas para sistemas FV pequeños y medianos. Para simulaciones con seguidores solares, sólo se presentan opciones teóricas sin considerar 'backtracking' ni sombreado. Para la planificación y financiación de grandes proyectos, es necesaria más información:

1. Distribución estadística e incertidumbre de la radiación solar.
2. Especificación detallada del sistema FV
3. Variabilidad interanual e incertidumbre P90 de la producción FV
4. Ciclo de vida de la producción energética teniendo en cuenta la degradación del rendimiento de los componentes FV. Puede encontrar más información acerca del cálculo completo de la producción FV en: <http://solargis.com/products/pv-yield-assessment-study/>.

12. Responsabilidad e información legal

Dada la naturaleza fluctuante del clima, los cambios inter-anales del mismo, y la incertidumbre en las medidas y los procedimientos de cálculo aplicados, Solargis s.r.o. no puede garantizar totalmente la exactitud de sus datos. No obstante, se ha puesto el máximo empeño en el cálculo preciso de las condiciones climáticas basándose en los mejores datos, software y conocimiento disponibles. Solargis s.r.o. no se responsabiliza de ningún daño ocasionado directa o indirectamente como consecuencia del uso del informe proporcionado.

Este informe es propiedad de © 2016 Solargis s.r.o., todos los derechos reservados.
Solargis® es una marca registrada de Solargis s.r.o.

13. Información de contacto

Este informe ha sido generado por SUNCO ENERGY, S.L., C/Bergueda 1 A-3, 08820, BARCELONA, Spain,
<http://www.suncosystems.com>.

Este documento está firmado electrónicamente por Solargis s.r.o..

EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA

Número del informe: PV-29361-1611-342
Fecha: 15 de noviembre de 2016 11:03 (UTC)

1. Descripción del emplazamiento

Nombre del sitio: Barcelona, España

Coordenadas: **41° 24' 1.19" N, 02° 07' 44.15" E**
Elevación: 115 m
Pendiente: 1°
Orientación: 146° sudeste

Irradiación global anual en plano inclinado: **1893 kWh/m²**
Temperatura ambiente anual a 2 m: **15.7 °C**

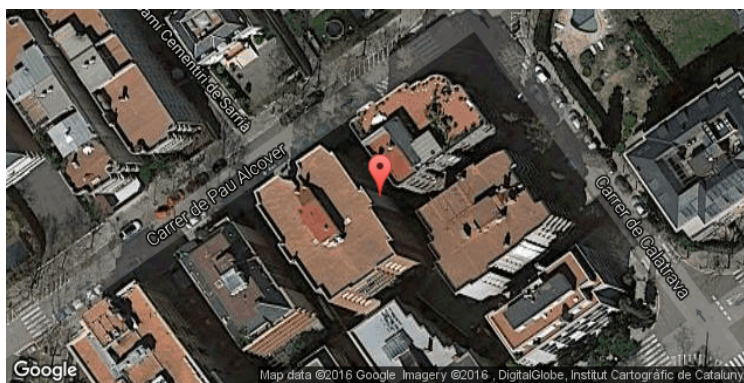
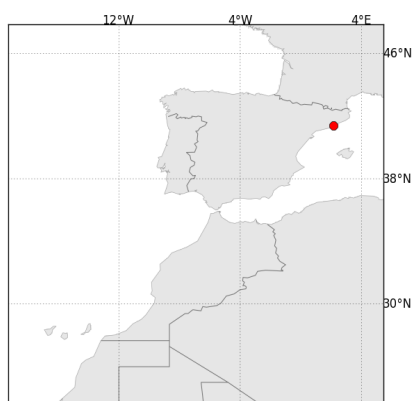
2. Descripción del sistema FV

Potencia instalada: **50.0 kWp**
Tipo de módulos: silicio cristalino (**c-Si**)
Estructura: **estructura fija, sobreelevada**
Orient./Incl.: **180° (sur) / 36°**
Efic. (Euro) inversor: 97.5%
Pérdidas DC/AC: 5.5% / 1.5%
Disponibilidad: 99.0%

Producción eléctrica anual media: **75.9 MWh**
Rendimiento medio: **80.1%**

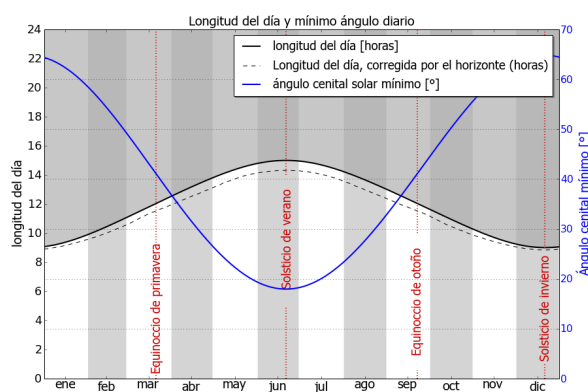
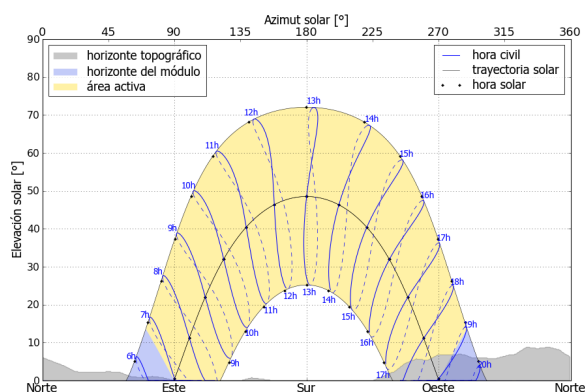
Localización en el mapa: <http://solargis.info/imaps/#tl=Google:satellite&loc=41.4003292323,2.12893098593&z=19>

3. Localización geográfica



Google Maps © 2016 Google

4. Horizonte topográfico y longitud del día



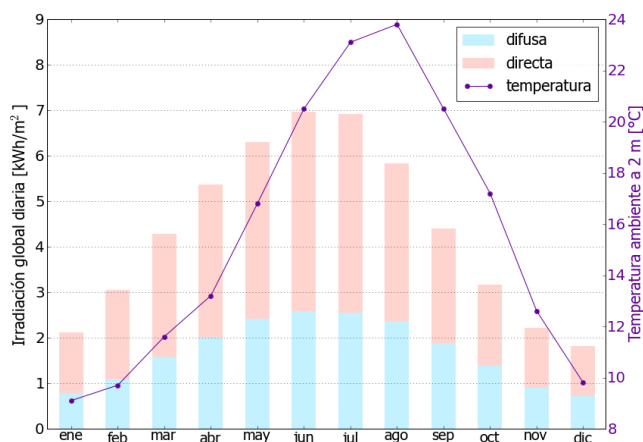
Izquierda: Trayectoria solar anual. El horizonte topográfico (en gris) y el horizonte del módulo (en azul) pueden dar lugar a ocultaciones solares. Los puntos negros muestran el tiempo solar verdadero. Las etiquetas en azul indican la hora civil local.

Derecha: Duración del día y ángulo cenital solar a lo largo del año. Si el horizonte local no es nulo, la duración real del día (tiempo en que el Sol está por encima del horizonte local) es menor que la duración astronómica.

Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.4003°/2.1289°
sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 36°

5. Irradiación global horizontal y temperatura ambiente - referencia climática

Mes	Gh _m	Gh _d	Dh _d	T ₂₄
ene	65	2.11	0.78	9.1
feb	85	3.05	1.08	9.7
mar	133	4.28	1.58	11.6
abr	161	5.36	2.02	13.2
may	195	6.30	2.42	16.8
jun	209	6.96	2.58	20.5
jul	214	6.91	2.55	23.1
ago	181	5.83	2.36	23.8
sep	132	4.40	1.89	20.5
oct	98	3.16	1.38	17.2
nov	67	2.22	0.90	12.6
dic	56	1.81	0.72	9.8
año	1596	4.37	1.69	15.7



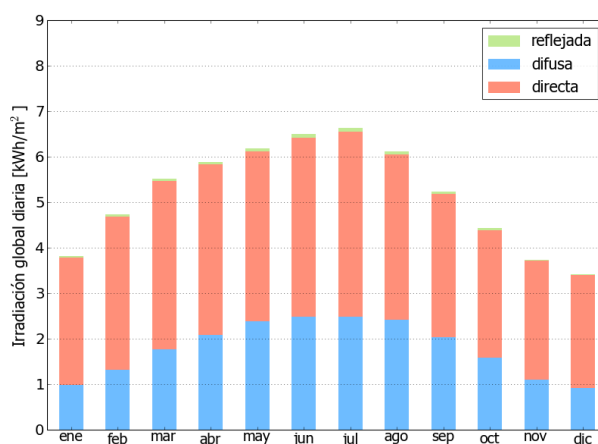
Medias anuales:

Gh_m Irradiación global mensual [kWh/m²]
Gh_d Irradiación global diaria [kWh/m²]
Dh_d Irradiación difusa diaria [kWh/m²]
T₂₄ Temperatura ambiente diaria (diurna) [°C]

6. Irradiación global en plano inclinado

Superficie fija, azimut 180° (sur), inclinación. 36°

Mes	Gi _m	Gi _d	Di _d	Ri _d	Sh _{loss}
ene	118	3.82	0.99	0.03	0.1
feb	132	4.73	1.31	0.04	0.1
mar	171	5.51	1.76	0.05	0.1
abr	177	5.89	2.09	0.06	0.1
may	192	6.19	2.38	0.08	0.1
jun	195	6.50	2.48	0.08	0.1
jul	206	6.63	2.49	0.08	0.1
ago	190	6.12	2.41	0.07	0.1
sep	157	5.24	2.03	0.05	0.1
oct	137	4.43	1.58	0.04	0.2
nov	112	3.74	1.10	0.03	0.1
dic	106	3.42	0.91	0.02	0.1
año	1893	5.19	1.80	0.05	0.1



Medias mensuales:

Gi_m Irradiación global mensual [kWh/m²]
Gi_d Irradiación global diaria [kWh/m²]
Di_d Irradiación difusa diaria [kWh/m²]
Ri_d Irradiación reflejada diaria [kWh/m²]

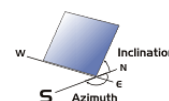
Sh_{loss} Pérdidas de irradiación global por sombreado topográfico [%]

Irradiación global anual media para diferentes tipos de superficie:

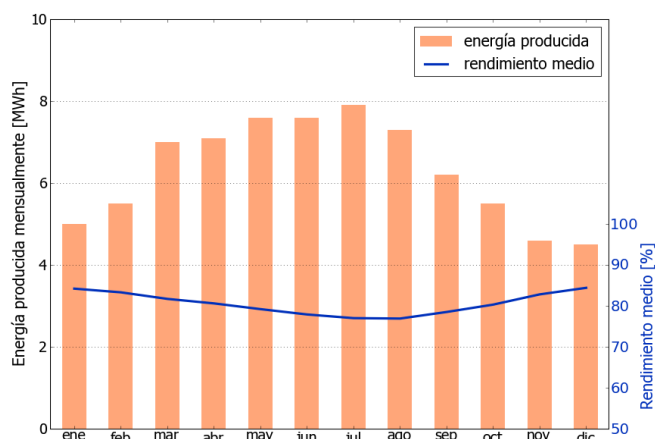
	kWh/m²	relativo a la inclinación óptima
Horizontal	1596	84.3%
Con inclinación óptima (36°)	1893	100.0%
Seguimiento a 2 ejes	2450	129.4%
Su opción	1893	100.0%

Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.4003°/2.1289°
sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 36°

7. Producción eléctrica FV inicial



Mes	Es _m	Es _d	Et _m	E _{share}	PR
ene	100	3.21	5.0	6.6	84.2
feb	110	3.94	5.5	7.3	83.3
mar	140	4.51	7.0	9.2	81.7
abr	143	4.76	7.1	9.4	80.6
may	152	4.90	7.6	10.0	79.2
jun	152	5.08	7.6	10.0	77.9
jul	159	5.11	7.9	10.4	77.0
ago	146	4.71	7.3	9.6	76.9
sep	124	4.12	6.2	8.1	78.5
oct	110	3.56	5.5	7.3	80.3
nov	93	3.09	4.6	6.1	82.8
dic	90	2.89	4.5	5.9	84.4
año	1518	4.16	75.9	100.0	80.1



Medias mensuales:

Es_m Producción eléctrica específica mensual total [kWh/kWp]
Es_d Producción eléctrica específica diaria total [kWh/kWp]
Et_m Producción eléctrica mensual total [MWh]

E_{share} Porcentaje mensual de producción eléctrica [%]
PR Rendimiento [%]

8. Pérdidas y rendimiento del sistema

Fase en la conversión de energía	Energía producida [kWh/kWp]	Pérdidas [kWh/kWp]	Pérdidas [%]	Rendimiento	
				[parcial %]	[acumul. %]
1. Irrad. global incidente en la superficie (entrada)	1895	-	-	100.0	100.0
2. Irrad. global reducida por el sombreado topográfico	1893	-2	-0.1	99.9	99.9
3. Irrad. global reducida por la reflectividad	1843	-50	-2.6	97.3	97.3
4. Conversión DC en los módulos	1689	-154	-8.4	91.6	89.1
5. Otras pérdidas DC	1596	-93	-5.5	94.5	84.2
6. Inversores (conversión DC/AC)	1556	-40	-2.5	97.5	82.1
7. Pérdidas en AC en el transformador y el cableado	1533	-23	-1.5	98.5	80.9
8. Disponibilidad reducida	1518	-15	-1.0	99.0	80.1
Rendimiento total del sistema	1518	-378	-19.9	-	80.1

Fases de conversión de la energía y pérdidas asociadas:

1. Se asume una producción inicial bajo condiciones estándar de operación,
2. Reducción de la irradiación global debido a obstrucciones por el horizonte topográfico y otros módulos FV,
3. Proporción de irradiación global que es reflejada por la superficie de los módulos FV (típicamente, cristalinos),
4. Pérdidas en los módulos debido a la conversión de radiación solar en corriente continua (DC); cambio de la eficiencia por desvío de las condiciones estándar de operación,
5. Pérdidas DC: desajuste entre módulos FV, pérdidas de calor en los cables y conexiones, pérdidas debidas a suciedad, nieve, hielo y auto-sombreado de los módulos FV,
6. Este paso considera la eficiencia (Euro) para aproximar las pérdidas promedio en el inversor,
7. Las pérdidas en la sección AC y el transformador (donde sea aplicable) dependen de la arquitectura del sistema,
8. El parámetro de disponibilidad asume pérdidas debido a periodos de inactividad causados por operaciones de mantenimiento o fallos.

Las pérdidas en los pasos 2 y 4 están modeladas numéricamente en pvPlanner. Las pérdidas en los pasos 5 y 8 deben ser calculadas por el usuario. Los modelos de simulación tienen incertidumbres inherentes que no se contemplan en este informe. Si desea evaluar posibles riesgos, puede encontrar información adicional sobre los métodos de simulación empleados y las incertidumbres asociadas en <http://solargis.com/products/pvplanner/>.

Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.4003°/2.1289°

sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 36°

9. Solargis v21a - descripción de la base de datos

Solargis es una base de datos climáticos de alta resolución operada por Solargis s.r.o.. Las capas de información incluyen la radiación solar, la temperatura ambiente y datos del terreno (altura y horizonte).

Temperatura ambiente a 2 m: obtenida a partir de los reanálisis del CFSR (© NOAA NCEP, USA); años: 1994 - 2011; refinado a valores cada 15 minutos. Los datos han sido tratados topográficamente (la resolución de 1 km) para incluir la alta variabilidad espacial del terreno.

Radiación solar: obtenida a partir de los datos atmosféricos y del datos de satélite:

- Meteosat PRIME satélite (© EUMETSAT, Alemania) 1994 - 2015, los valores de 15 minutos o 30 minutos para Europa, África y Oriente Medio,
- Meteosat IODC satélite (© EUMETSAT, Alemania) 1999 - 2015, 30 - valores de minutos para Asia,
- GOES EAST satélite (© NOAA, USA) 1999 - 2015, 30 minutos los valores de América,
- GOES WEST satélite (© NOAA, USA) 1999 - 2015, 30 minutos los valores de América y Pacífico,
- MTSAT satélite (© JMA, Japón) 2007 - 2015, los valores de 30 minutos para el Pacífico,
- MACC-II/CAMS (© ECMWF, UK) 2003 - 2015, los datos atmosféricos,
- GFS (© NOAA, USA), 1994 - 2015, los datos atmosféricos,
- MERRA-2 (© NASA, USA), 1994 - 2002, los datos atmosféricos.

Esta evaluación asume años de 365 días. Ocasionalmente, pueden aparecer errores de redondeo numérico que no son atribuibles a defectos del algoritmo aplicado. Puede consultar información adicional sobre los datos, algoritmos y la incertidumbre aplicados en: <http://solargis.com/products/pvplanner/>.

10. Proveedor del servicio

Solargis s.r.o. , Milana Marečka 3, 84108 Bratislava, Eslovaquia; ID del proveedor: 45 354 766, CIF: SK2022962766; Registro: Registro comercial, Juzgado de Distrito Bratislava I, Sección Sro, Archivo 62765/B

11. Modo de uso

Este informe muestra la estimación de la energía solar en la fase de puesta en marcha de un sistema fotovoltaico. Las estimaciones son lo suficientemente precisas para sistemas FV pequeños y medianos. Para simulaciones con seguidores solares, sólo se presentan opciones teóricas sin considerar 'backtracking' ni sombreado. Para la planificación y financiación de grandes proyectos, es necesaria más información:

1. Distribución estadística e incertidumbre de la radiación solar.
2. Especificación detallada del sistema FV
3. Variabilidad interanual e incertidumbre P90 de la producción FV
4. Ciclo de vida de la producción energética teniendo en cuenta la degradación del rendimiento de los componentes FV. Puede encontrar más información acerca del cálculo completo de la producción FV en: <http://solargis.com/products/pv-yield-assessment-study/>.

12. Responsabilidad e información legal

Dada la naturaleza fluctuante del clima, los cambios inter-anales del mismo, y la incertidumbre en las medidas y los procedimientos de cálculo aplicados, Solargis s.r.o. no puede garantizar totalmente la exactitud de sus datos. No obstante, se ha puesto el máximo empeño en el cálculo preciso de las condiciones climáticas basándose en los mejores datos, software y conocimiento disponibles. Solargis s.r.o. no se responsabiliza de ningún daño ocasionado directa o indirectamente como consecuencia del uso del informe proporcionado.

Este informe es propiedad de © 2016 Solargis s.r.o., todos los derechos reservados. Solargis® es una marca registrada de Solargis s.r.o.

13. Información de contacto

Este informe ha sido generado por SUNCO ENERGY, S.L., C/Bergueda 1 A-3, 08820, BARCELONA, Spain, <http://www.suncosystems.com>.

Este documento está firmado electrónicamente por Solargis s.r.o..

EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA

Número del informe: PV-29361-1611-354

Fecha: 15 de noviembre de 2016 11:09 (UTC)

1. Descripción del emplazamiento

Nombre del sitio: Barcelona, España

Coordenadas: **41° 23' 53.07" N, 02° 07' 20.33" E**

Elevación: 119 m

Pendiente: 2°

Orientación: 177° sur

Irradiación global anual en plano inclinado: **1892 kWh/m²**

Temperatura ambiente anual a 2 m: **15.7 °C**

2. Descripción del sistema FV

Potencia instalada: **50.0 kWp**

Tipo de módulos: silicio cristalino (**c-Si**)

Estructura: **estructura fija, sobreelevada**

Orient./Incl.: **180° (sur) / 36°**

Efic. (Euro) inversor: 97.5%

Pérdidas DC/AC: 5.5% / 1.5%

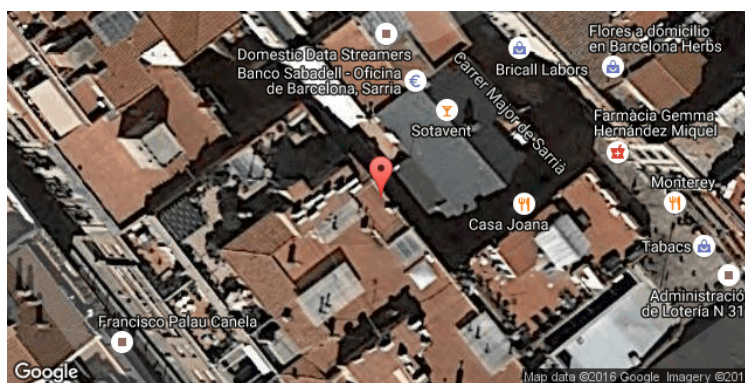
Disponibilidad: 99.0%

Producción eléctrica anual media: **75.8 MWh**

Rendimiento medio: **80.0%**

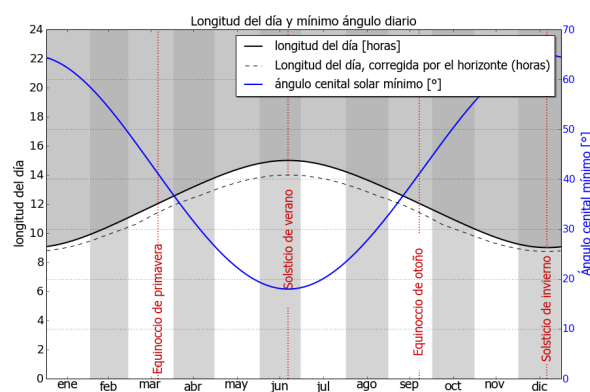
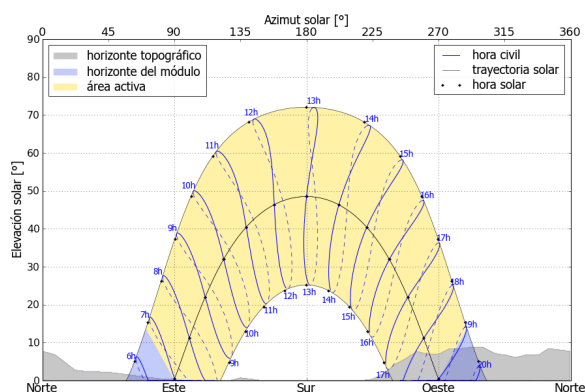
Localización en el mapa: <http://solargis.info/imaps/#t=Google:satellite&loc=41.3980757004,2.12231263518&z=20>

3. Localización geográfica



Google Maps © 2016 Google

4. Horizonte topográfico y longitud del día



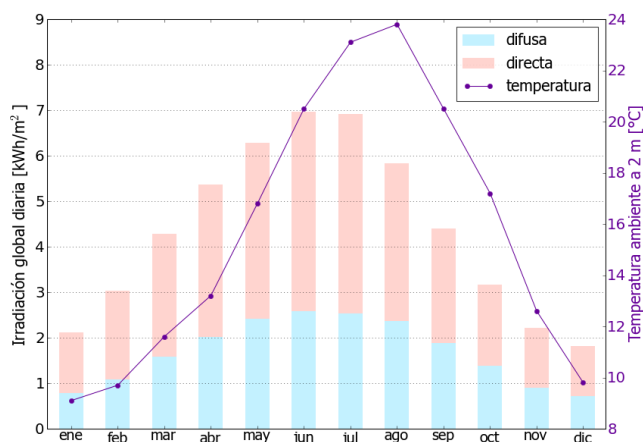
Izquierda: Trayectoria solar anual. El horizonte topográfico (en gris) y el horizonte del módulo (en azul) pueden dar lugar a ocultaciones solares. Los puntos negros muestran el tiempo solar verdadero. Las etiquetas en azul indican la hora civil local.

Derecha: Duración del día y ángulo cenital solar a lo largo del año. Si el horizonte local no es nulo, la duración real del día (tiempo en que el Sol está por encima del horizonte local) es menor que la duración astronómica.

Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.3981°/2.1223°
sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 36°

5. Irradiación global horizontal y temperatura ambiente - referencia climática

Mes	Gh _m	Gh _d	Dh _d	T ₂₄
ene	65	2.11	0.78	9.1
feb	85	3.04	1.08	9.7
mar	133	4.28	1.58	11.6
abr	161	5.36	2.02	13.2
may	195	6.29	2.42	16.8
jun	209	6.96	2.58	20.5
jul	214	6.91	2.54	23.1
ago	181	5.83	2.36	23.8
sep	132	4.40	1.89	20.5
oct	98	3.16	1.38	17.2
nov	66	2.21	0.90	12.6
dic	56	1.81	0.71	9.8
año	1595	4.37	1.69	15.7



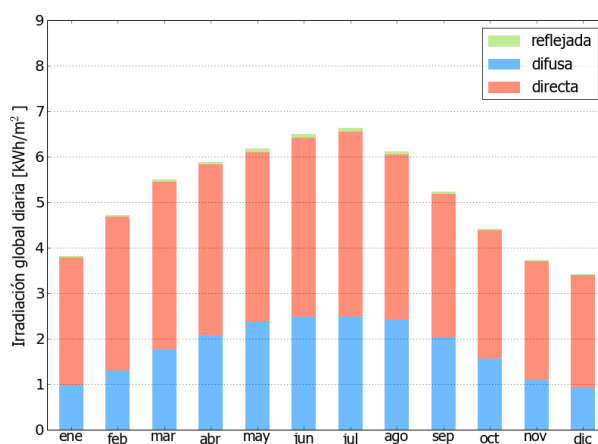
Medias anuales:

Gh_m Irradiación global mensual [kWh/m²]
Gh_d Irradiación global diaria [kWh/m²]
Dh_d Irradiación difusa diaria [kWh/m²]
T₂₄ Temperatura ambiente diaria (diurna) [°C]

6. Irradiación global en plano inclinado

Superficie fija, azimut 180° (sur), inclinación. 36°

Mes	Gi _m	Gi _d	Di _d	Ri _d	Sh _{loss}
ene	118	3.81	0.98	0.03	0.2
feb	132	4.72	1.30	0.04	0.2
mar	171	5.50	1.76	0.05	0.2
abr	177	5.89	2.09	0.06	0.1
may	192	6.18	2.37	0.08	0.1
jun	195	6.50	2.48	0.08	0.1
jul	206	6.63	2.49	0.08	0.1
ago	190	6.12	2.41	0.07	0.1
sep	157	5.23	2.03	0.05	0.2
oct	137	4.42	1.57	0.04	0.2
nov	112	3.73	1.10	0.03	0.2
dic	106	3.42	0.91	0.02	0.2
año	1892	5.18	1.79	0.05	0.2



Medias mensuales:

Gi_m Irradiación global mensual [kWh/m²]
Gi_d Irradiación global diaria [kWh/m²]
Di_d Irradiación difusa diaria [kWh/m²]
Ri_d Irradiación reflejada diaria [kWh/m²]

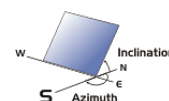
Sh_{loss} Pérdidas de irradiación global por sombreado topográfico [%]

Irradiación global anual media para diferentes tipos de superficie:

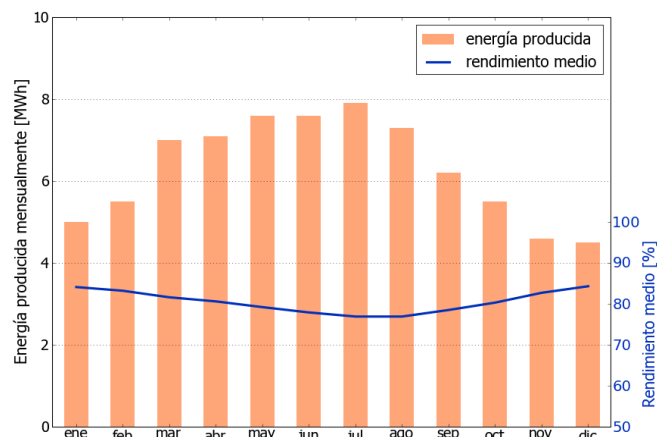
	kWh/m²	relativo a la inclinación óptima
Horizontal	1595	84.3%
Con inclinación óptima (36°)	1891	100.0%
Seguimiento a 2 ejes	2443	129.2%
Su opción	1891	100.0%

Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.3981°/2.1223°
sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 36°

7. Producción eléctrica FV inicial



Mes	Es _m	Es _d	Et _m	E _{share}	PR
ene	100	3.21	5.0	6.6	84.1
feb	110	3.93	5.5	7.3	83.2
mar	139	4.50	7.0	9.2	81.6
abr	143	4.76	7.1	9.4	80.6
may	152	4.90	7.6	10.0	79.2
jun	152	5.07	7.6	10.0	77.9
jul	158	5.11	7.9	10.4	76.9
ago	146	4.71	7.3	9.6	76.9
sep	124	4.12	6.2	8.1	78.5
oct	110	3.55	5.5	7.3	80.3
nov	93	3.09	4.6	6.1	82.7
dic	90	2.89	4.5	5.9	84.3
año	1516	4.15	75.8	100.0	80.0



Medias mensuales:

Es_m Producción eléctrica específica mensual total [kWh/kWp]
Es_d Producción eléctrica específica diaria total [kWh/kWp]
Et_m Producción eléctrica mensual total [MWh]

E_{share} Porcentaje mensual de producción eléctrica [%]
PR Rendimiento [%]

8. Pérdidas y rendimiento del sistema

Fase en la conversión de energía	Energía producida [kWh/kWp]	Pérdidas [kWh/kWp]	Pérdidas [%]	Rendimiento [parcial %]	Rendimiento [acumul. %]
1. Irrad. global incidente en la superficie (entrada)	1895	-	-	100.0	100.0
2. Irrad. global reducida por el sombreado topográfico	1892	-3	-0.2	99.8	99.8
3. Irrad. global reducida por la reflectividad	1842	-50	-2.6	97.4	97.2
4. Conversión DC en los módulos	1687	-154	-8.4	91.6	89.1
5. Otras pérdidas DC	1595	-93	-5.5	94.5	84.2
6. Inversores (conversión DC/AC)	1555	-40	-2.5	97.5	82.1
7. Pérdidas en AC en el transformador y el cableado	1531	-23	-1.5	98.5	80.8
8. Disponibilidad reducida	1516	-15	-1.0	99.0	80.0
Rendimiento total del sistema	1516	-378	-20.0	-	80.0

Fases de conversión de la energía y pérdidas asociadas:

1. Se asume una producción inicial bajo condiciones estándar de operación,
2. Reducción de la irradiación global debido a obstrucciones por el horizonte topográfico y otros módulos FV,
3. Proporción de irradiación global que es reflejada por la superficie de los módulos FV (típicamente, cristalinos),
4. Pérdidas en los módulos debido a la conversión de radiación solar en corriente continua (DC); cambio de la eficiencia por desvío de las condiciones estándar de operación,
5. Pérdidas DC: desajuste entre módulos FV, pérdidas de calor en los cables y conexiones, pérdidas debidas a suciedad, nieve, hielo y auto-sombreado de los módulos FV,
6. Este paso considera la eficiencia (Euro) para aproximar las pérdidas promedio en el inversor,
7. Las pérdidas en la sección AC y el transformador (donde sea aplicable) dependen de la arquitectura del sistema,
8. El parámetro de disponibilidad asume pérdidas debido a periodos de inactividad causados por operaciones de mantenimiento o fallos.

Las pérdidas en los pasos 2 y 4 están modeladas numéricamente en pvPlanner. Las pérdidas en los pasos 5 y 8 deben ser calculadas por el usuario. Los modelos de simulación tienen incertidumbres inherentes que no se contemplan en este informe. Si desea evaluar posibles riesgos, puede encontrar información adicional sobre los métodos de simulación empleados y las incertidumbres asociadas en <http://solargis.com/products/pvplanner/>.

Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.3981°/2.1223°
sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 36°

9. Solargis v21a - descripción de la base de datos

Solargis es una base de datos climáticos de alta resolución operada por Solargis s.r.o.. Las capas de información incluyen la radiación solar, la temperatura ambiente y datos del terreno (altura y horizonte).

Temperatura ambiente a 2 m: obtenida a partir de los reanálisis del CFSR (© NOAA NCEP, USA); años: 1994 - 2011; refinado a valores cada 15 minutos. Los datos han sido tratados topográficamente (la resolución de 1 km) para incluir la alta variabilidad espacial del terreno.

Radiación solar: obtenida a partir de los datos atmosféricos y del datos de satélite:

- Meteosat PRIME satélite (© EUMETSAT, Alemania) 1994 - 2015, los valores de 15 minutos o 30 minutos para Europa, África y Oriente Medio,
- Meteosat IODC satélite (© EUMETSAT, Alemania) 1999 - 2015, 30 - valores de minutos para Asia,
- GOES EAST satélite (© NOAA, USA) 1999 - 2015, 30 minutos los valores de América,
- GOES WEST satélite (© NOAA, USA) 1999 - 2015, 30 minutos los valores de América y Pacífico,
- MTSAT satélite (© JMA, Japón) 2007 - 2015, los valores de 30 minutos para el Pacífico,
- MACC-II/CAMS (© ECMWF, UK) 2003 - 2015, los datos atmosféricos,
- GFS (© NOAA, USA), 1994 - 2015, los datos atmosféricos,
- MERRA-2 (© NASA, USA), 1994 - 2002, los datos atmosféricos.

Esta evaluación asume años de 365 días. Ocasionalmente, pueden aparecer errores de redondeo numérico que no son atribuibles a defectos del algoritmo aplicado. Puede consultar información adicional sobre los datos, algoritmos y la incertidumbre aplicados en: <http://solargis.com/products/pvplanner/>.

10. Proveedor del servicio

Solargis s.r.o. , Milana Marečka 3, 84108 Bratislava, Eslovaquia; ID del proveedor: 45 354 766, CIF: SK2022962766; Registro: Registro comercial, Juzgado de Distrito Bratislava I, Sección Sro, Archivo 62765/B

11. Modo de uso

Este informe muestra la estimación de la energía solar en la fase de puesta en marcha de un sistema fotovoltaico. Las estimaciones son lo suficientemente precisas para sistemas FV pequeños y medianos. Para simulaciones con seguidores solares, sólo se presentan opciones teóricas sin considerar 'backtracking' ni sombreado. Para la planificación y financiación de grandes proyectos, es necesaria más información:

1. Distribución estadística e incertidumbre de la radiación solar.
2. Especificación detallada del sistema FV
3. Variabilidad interanual e incertidumbre P90 de la producción FV
4. Ciclo de vida de la producción energética teniendo en cuenta la degradación del rendimiento de los componentes FV. Puede encontrar más información acerca del cálculo completo de la producción FV en: <http://solargis.com/products/pv-yield-assessment-study/>.

12. Responsabilidad e información legal

Dada la naturaleza fluctuante del clima, los cambios inter-anales del mismo, y la incertidumbre en las medidas y los procedimientos de cálculo aplicados, Solargis s.r.o. no puede garantizar totalmente la exactitud de sus datos. No obstante, se ha puesto el máximo empeño en el cálculo preciso de las condiciones climáticas basándose en los mejores datos, software y conocimiento disponibles. Solargis s.r.o. no se responsabiliza de ningún daño ocasionado directa o indirectamente como consecuencia del uso del informe proporcionado.

Este informe es propiedad de © 2016 Solargis s.r.o., todos los derechos reservados.
Solargis® es una marca registrada de Solargis s.r.o.

13. Información de contacto

Este informe ha sido generado por SUNCO ENERGY, S.L., C/Bergueda 1 A-3, 08820, BARCELONA, Spain,
<http://www.suncosystems.com>.

Este documento está firmado electrónicamente por Solargis s.r.o..

EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA

Número del informe: PV-29361-1611-369
Fecha: 15 de noviembre de 2016 11:27 (UTC)

1. Descripción del emplazamiento

Nombre del sitio: Barcelona, España

Coordenadas: **41° 25' 3.38" N, 02° 05' 44.47" E**
Elevación: 294 m
Pendiente: 12°
Orientación: 5° norte

Irradiación global anual en plano inclinado: **1790 kWh/m²**
Temperatura ambiente anual a 2 m: **14.9 °C**

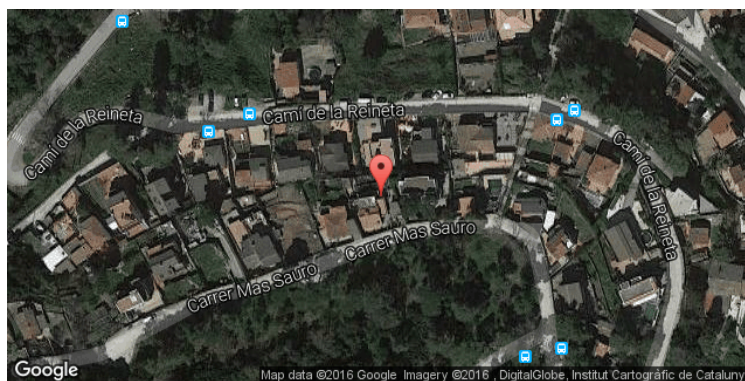
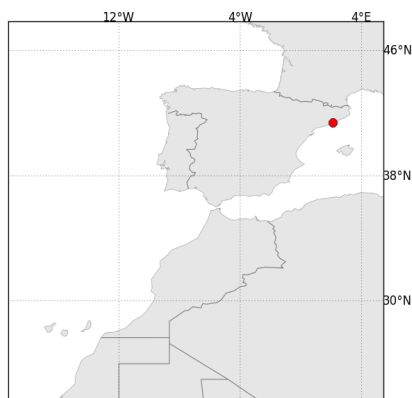
2. Descripción del sistema FV

Potencia instalada: **50.0 kWp**
Tipo de módulos: silicio cristalino (**c-Si**)
Estructura: **estructura fija, sobreelevada**
Orient./Incl.: **180° (sur) / 32°**
Efic. (Euro) inversor: 97.5%
Pérdidas DC/AC: 5.5% / 1.5%
Disponibilidad: 99.0%

Producción eléctrica anual media: **71.7 MWh**
Rendimiento medio: **75.7%**

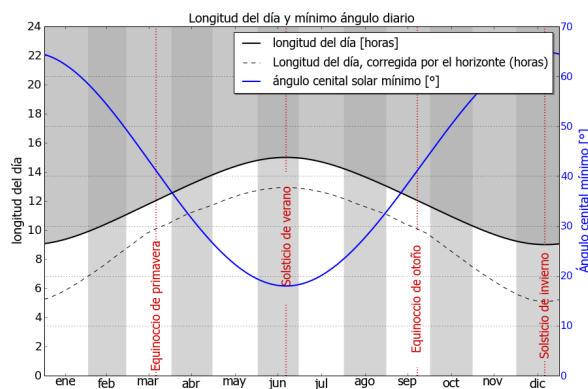
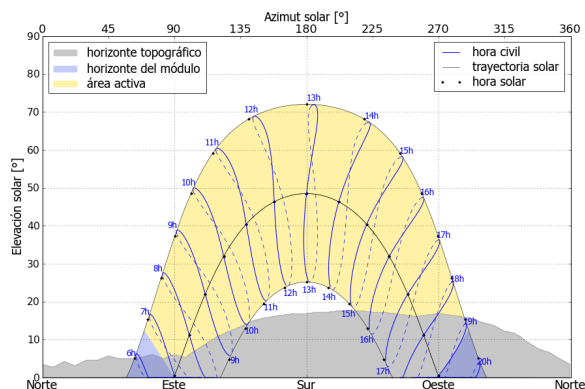
Localización en el mapa: <http://solargis.info/imaps/#tl=Google:satellite&loc=41.417605136,2.09568634629&z=18>

3. Localización geográfica



Google Maps © 2016 Google

4. Horizonte topográfico y longitud del día



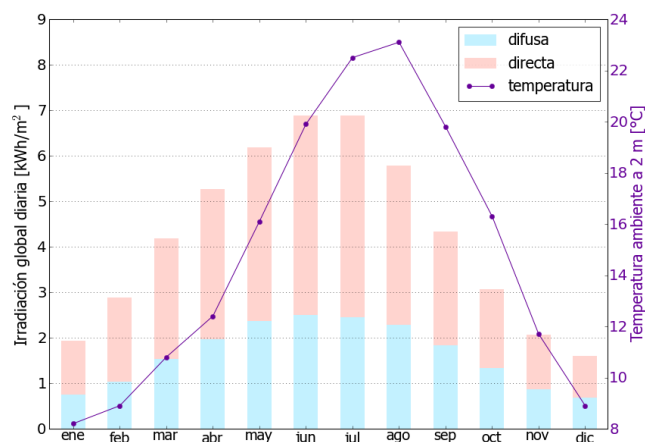
Izquierda: Trayectoria solar anual. El horizonte topográfico (en gris) y el horizonte del módulo (en azul) pueden dar lugar a ocultaciones solares. Los puntos negros muestran el tiempo solar verdadero. Las etiquetas en azul indican la hora civil local.

Derecha: Duración del día y ángulo cenital solar a lo largo del año. Si el horizonte local no es nulo, la duración real del día (tiempo en que el Sol está por encima del horizonte local) es menor que la duración astronómica.

Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.4176°/2.0957°
sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 32°

5. Irradiación global horizontal y temperatura ambiente - referencia climática

Mes	Gh _m	Gh _d	Dh _d	T ₂₄
ene	60	1.93	0.75	8.2
feb	81	2.89	1.04	8.9
mar	130	4.18	1.53	10.8
abr	158	5.26	1.96	12.4
may	192	6.19	2.36	16.1
jun	207	6.89	2.50	19.9
jul	213	6.88	2.45	22.5
ago	179	5.78	2.28	23.1
sep	130	4.34	1.83	19.8
oct	95	3.07	1.33	16.3
nov	62	2.06	0.86	11.7
dic	50	1.60	0.68	8.9
año	1556	4.26	1.63	14.9



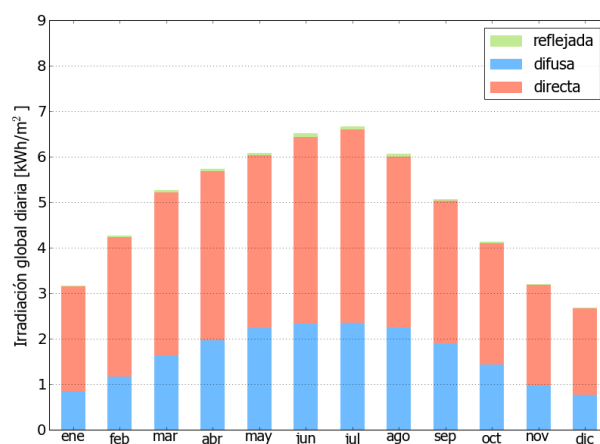
Medias anuales:

Gh_m Irradiación global mensual [kWh/m²]
Gh_d Irradiación global diaria [kWh/m²]
Dh_d Irradiación difusa diaria [kWh/m²]
T₂₄ Temperatura ambiente diaria (diurna) [°C]

6. Irradiación global en plano inclinado

Superficie fija, azimut 180° (sur), inclinación. 32°

Mes	Gi _m	Gi _d	Di _d	Ri _d	Sh _{loss}
ene	98	3.17	0.85	0.02	14.0
feb	119	4.26	1.17	0.03	7.8
mar	163	5.26	1.63	0.04	3.7
abr	172	5.74	1.96	0.05	3.1
may	189	6.09	2.24	0.06	2.9
jun	195	6.51	2.34	0.07	2.6
jul	207	6.67	2.35	0.07	2.5
ago	188	6.06	2.25	0.06	3.0
sep	152	5.07	1.88	0.04	3.7
oct	128	4.13	1.43	0.03	5.6
nov	96	3.20	0.96	0.02	11.8
dic	83	2.68	0.77	0.02	19.0
año	1790	4.91	1.66	0.04	5.6



Medias mensuales:

Gi_m Irradiación global mensual [kWh/m²]
Gi_d Irradiación global diaria [kWh/m²]
Di_d Irradiación difusa diaria [kWh/m²]
Ri_d Irradiación reflejada diaria [kWh/m²]

Sh_{loss} Pérdidas de irradiación global por sombreado topográfico [%]

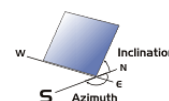
Irradiación global anual media para diferentes tipos de superficie:

	kWh/m²	relativo a la inclinación óptima
Horizontal	1556	86.9%
Con inclinación óptima (32°)	1790	100.0%
Seguimiento a 2 ejes	2255	126.0%
Su opción	1790	100.0%

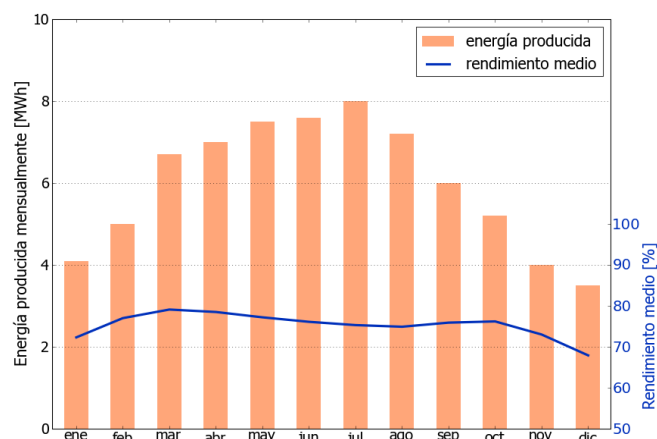
Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.4176°/2.0957°

sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 32°

7. Producción eléctrica FV inicial



Mes	E_{s_m}	E_{s_d}	E_{t_m}	E_{share}	PR
ene	83	2.66	4.1	5.8	72.3
feb	100	3.55	5.0	6.9	77.0
mar	134	4.31	6.7	9.3	79.1
abr	139	4.65	7.0	9.7	78.5
may	150	4.84	7.5	10.5	77.2
jun	153	5.09	7.6	10.6	76.1
jul	160	5.15	8.0	11.1	75.3
ago	145	4.67	7.2	10.1	74.9
sep	120	4.00	6.0	8.4	75.9
oct	103	3.34	5.2	7.2	76.2
nov	80	2.65	4.0	5.5	73.0
dic	70	2.25	3.5	4.9	67.9
año	1435	3.93	71.7	100.0	75.7



Medias mensuales:

E_{s_m} Producción eléctrica específica mensual total [kWh/kWp]
 E_{s_d} Producción eléctrica específica diaria total [kWh/kWp]
 E_{t_m} Producción eléctrica mensual total [MWh]

E_{share} Porcentaje mensual de producción eléctrica [%]
 PR Rendimiento [%]

8. Pérdidas y rendimiento del sistema

Fase en la conversión de energía	Energía producida [kWh/kWp]	Pérdidas [kWh/kWp]	Pérdidas [%]	Rendimiento	
				[parcial %]	[acumul. %]
1. Irrad. global incidente en la superficie (entrada)	1896	-	-	100.0	100.0
2. Irrad. global reducida por el sombreado topográfico	1790	-106	-5.6	94.4	94.4
3. Irrad. global reducida por la reflectividad	1745	-45	-2.5	97.5	92.1
4. Conversión DC en los módulos	1597	-148	-8.5	91.5	84.2
5. Otras pérdidas DC	1509	-88	-5.5	94.5	79.6
6. Inversores (conversión DC/AC)	1471	-38	-2.5	97.5	77.6
7. Pérdidas en AC en el transformador y el cableado	1449	-22	-1.5	98.5	76.4
8. Disponibilidad reducida	1435	-14	-1.0	99.0	75.7
Rendimiento total del sistema	1435	-461	-24.3	-	75.7

Fases de conversión de la energía y pérdidas asociadas:

1. Se asume una producción inicial bajo condiciones estándar de operación,
2. Reducción de la irradiación global debido a obstrucciones por el horizonte topográfico y otros módulos FV,
3. Proporción de irradiación global que es reflejada por la superficie de los módulos FV (típicamente, cristalinos),
4. Pérdidas en los módulos debido a la conversión de radiación solar en corriente continua (DC); cambio de la eficiencia por desvío de las condiciones estándar de operación,
5. Pérdidas DC: desajuste entre módulos FV, pérdidas de calor en los cables y conexiones, pérdidas debidas a suciedad, nieve, hielo y auto-sombreado de los módulos FV,
6. Este paso considera la eficiencia (Euro) para aproximar las pérdidas promedio en el inversor,
7. Las pérdidas en la sección AC y el transformador (donde sea aplicable) dependen de la arquitectura del sistema,
8. El parámetro de disponibilidad asume pérdidas debido a periodos de inactividad causados por operaciones de mantenimiento o fallos.

Las pérdidas en los pasos 2 y 4 están modeladas numéricamente en pvPlanner. Las pérdidas en los pasos 5 y 8 deben ser calculadas por el usuario. Los modelos de simulación tienen incertidumbres inherentes que no se contemplan en este informe. Si desea evaluar posibles riesgos, puede encontrar información adicional sobre los métodos de simulación empleados y las incertidumbres asociadas en <http://solargis.com/products/pvplanner/>.

Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.4176°/2.0957°
sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 32°

9. Solargis v21a - descripción de la base de datos

Solargis es una base de datos climáticos de alta resolución operada por Solargis s.r.o.. Las capas de información incluyen la radiación solar, la temperatura ambiente y datos del terreno (altura y horizonte).

Temperatura ambiente a 2 m: obtenida a partir de los reanálisis del CFSR (© NOAA NCEP, USA); años: 1994 - 2011; refinado a valores cada 15 minutos. Los datos han sido tratados topográficamente (la resolución de 1 km) para incluir la alta variabilidad espacial del terreno.

Radiación solar: obtenida a partir de los datos atmosféricos y del datos de satélite:

- Meteosat PRIME satélite (© EUMETSAT, Alemania) 1994 - 2015, los valores de 15 minutos o 30 minutos para Europa, África y Oriente Medio,
- Meteosat IODC satélite (© EUMETSAT, Alemania) 1999 - 2015, 30 - valores de minutos para Asia,
- GOES EAST satélite (© NOAA, USA) 1999 - 2015, 30 minutos los valores de América,
- GOES WEST satélite (© NOAA, USA) 1999 - 2015, 30 minutos los valores de América y Pacífico,
- MTSAT satélite (© JMA, Japón) 2007 - 2015, los valores de 30 minutos para el Pacífico,
- MACC-II/CAMS (© ECMWF, UK) 2003 - 2015, los datos atmosféricos,
- GFS (© NOAA, USA), 1994 - 2015, los datos atmosféricos,
- MERRA-2 (© NASA, USA), 1994 - 2002, los datos atmosféricos.

Esta evaluación asume años de 365 días. Ocasionalmente, pueden aparecer errores de redondeo numérico que no son atribuibles a defectos del algoritmo aplicado. Puede consultar información adicional sobre los datos, algoritmos y la incertidumbre aplicados en: <http://solargis.com/products/pvplanner/>.

10. Proveedor del servicio

Solargis s.r.o. , Milana Marečka 3, 84108 Bratislava, Eslovaquia; ID del proveedor: 45 354 766, CIF: SK2022962766; Registro: Registro comercial, Juzgado de Distrito Bratislava I, Sección Sro, Archivo 62765/B

11. Modo de uso

Este informe muestra la estimación de la energía solar en la fase de puesta en marcha de un sistema fotovoltaico. Las estimaciones son lo suficientemente precisas para sistemas FV pequeños y medianos. Para simulaciones con seguidores solares, sólo se presentan opciones teóricas sin considerar 'backtracking' ni sombreado. Para la planificación y financiación de grandes proyectos, es necesaria más información:

1. Distribución estadística e incertidumbre de la radiación solar.
2. Especificación detallada del sistema FV
3. Variabilidad interanual e incertidumbre P90 de la producción FV
4. Ciclo de vida de la producción energética teniendo en cuenta la degradación del rendimiento de los componentes FV. Puede encontrar más información acerca del cálculo completo de la producción FV en: <http://solargis.com/products/pv-yield-assessment-study/>.

12. Responsabilidad e información legal

Dada la naturaleza fluctuante del clima, los cambios inter-anales del mismo, y la incertidumbre en las medidas y los procedimientos de cálculo aplicados, Solargis s.r.o. no puede garantizar totalmente la exactitud de sus datos. No obstante, se ha puesto el máximo empeño en el cálculo preciso de las condiciones climáticas basándose en los mejores datos, software y conocimiento disponibles. Solargis s.r.o. no se responsabiliza de ningún daño ocasionado directa o indirectamente como consecuencia del uso del informe proporcionado.

Este informe es propiedad de © 2016 Solargis s.r.o., todos los derechos reservados.
Solargis® es una marca registrada de Solargis s.r.o.

13. Información de contacto

Este informe ha sido generado por SUNCO ENERGY, S.L., C/Bergueda 1 A-3, 08820, BARCELONA, Spain,
<http://www.suncosystems.com>.

Este documento está firmado electrónicamente por Solargis s.r.o..

EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA

Número del informe: PV-29361-1611-382
Fecha: 15 de noviembre de 2016 11:34 (UTC)

1. Descripción del emplazamiento

Nombre del sitio: Barcelona, España

Coordenadas: **41° 24' 17.73" N, 02° 07' 30.85" E**
Elevación: 139 m
Pendiente: 4°
Orientación: 194° sur

Irradiación global anual en plano inclinado: **1890 kWh/m²**
Temperatura ambiente anual a 2 m: **15.6 °C**

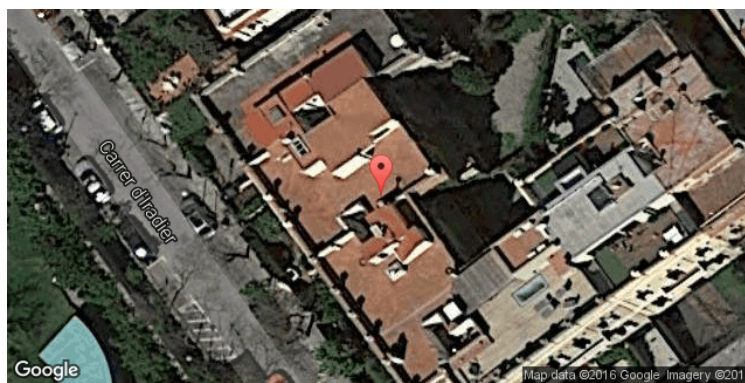
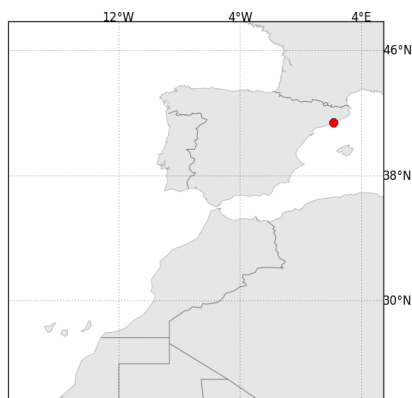
2. Descripción del sistema FV

Potencia instalada: **50.0 kWp**
Tipo de módulos: silicio cristalino (**c-Si**)
Estructura: **estructura fija, sobreelevada**
Orient./Incl.: **180° (sur) / 36°**
Efic. (Euro) inversor: 97.5%
Pérdidas DC/AC: 5.5% / 1.5%
Disponibilidad: 99.0%

Producción eléctrica anual media: **75.8 MWh**
Rendimiento medio: **80.0%**

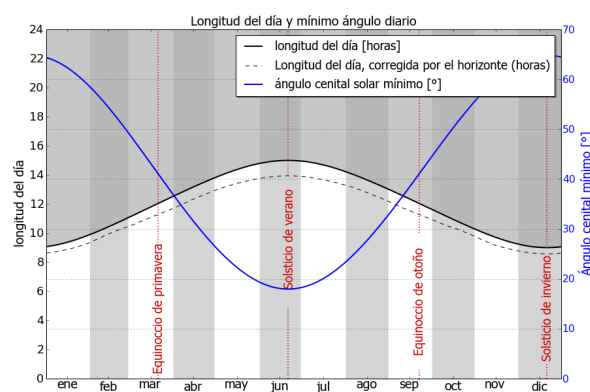
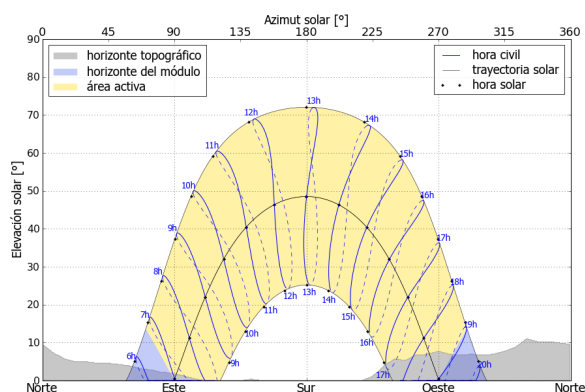
Localización en el mapa: <http://solargis.info/imaps/#tl=Google:satellite&loc=41.4049242603,2.12523490191&z=20>

3. Localización geográfica



Google Maps © 2016 Google

4. Horizonte topográfico y longitud del día



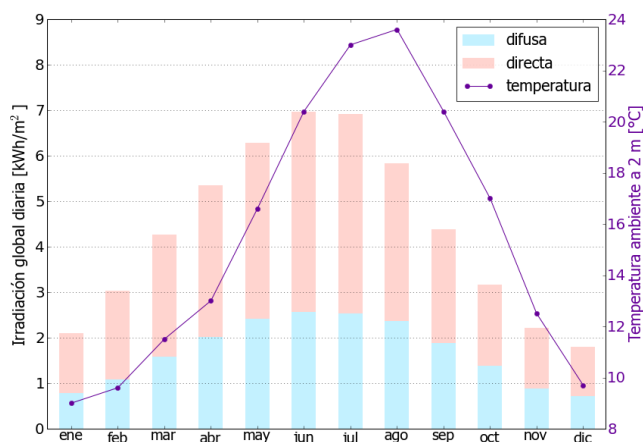
Izquierda: Trayectoria solar anual. El horizonte topográfico (en gris) y el horizonte del módulo (en azul) pueden dar lugar a ocultaciones solares. Los puntos negros muestran el tiempo solar verdadero. Las etiquetas en azul indican la hora civil local.

Derecha: Duración del día y ángulo cenital solar a lo largo del año. Si el horizonte local no es nulo, la duración real del día (tiempo en que el Sol está por encima del horizonte local) es menor que la duración astronómica.

Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.4049°/2.1252°
sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 36°

5. Irradiación global horizontal y temperatura ambiente - referencia climática

Mes	Gh _m	Gh _d	Dh _d	T ₂₄
ene	65	2.10	0.78	9.0
feb	85	3.04	1.08	9.6
mar	133	4.27	1.58	11.5
abr	160	5.35	2.01	13.0
may	195	6.29	2.42	16.6
jun	209	6.96	2.57	20.4
jul	214	6.91	2.54	23.0
ago	181	5.83	2.36	23.6
sep	132	4.39	1.89	20.4
oct	98	3.16	1.38	17.0
nov	66	2.21	0.89	12.5
dic	56	1.80	0.71	9.7
año	1593	4.37	1.69	15.6



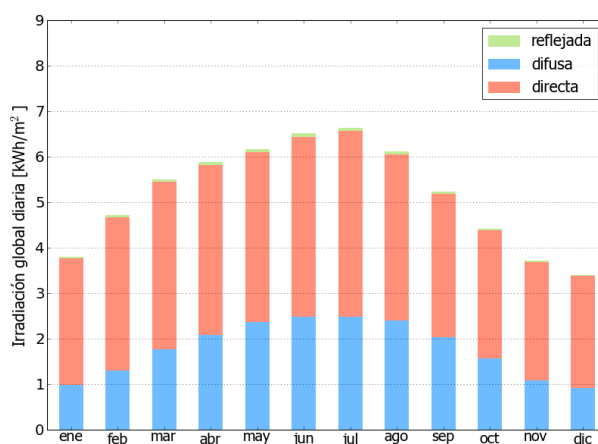
Medias anuales:

Gh_m Irradiación global mensual [kWh/m²]
Gh_d Irradiación global diaria [kWh/m²]
Dh_d Irradiación difusa diaria [kWh/m²]
T₂₄ Temperatura ambiente diaria (diurna) [°C]

6. Irradiación global en plano inclinado

Superficie fija, azimut 180° (sur), inclinación. 36°

Mes	Gi _m	Gi _d	Di _d	Ri _d	Sh _{loss}
ene	118	3.80	0.98	0.03	0.2
feb	132	4.71	1.30	0.04	0.2
mar	170	5.50	1.76	0.05	0.2
abr	177	5.88	2.09	0.06	0.1
may	191	6.17	2.37	0.07	0.1
jun	195	6.51	2.48	0.08	0.1
jul	206	6.64	2.49	0.08	0.1
ago	190	6.12	2.40	0.07	0.2
sep	157	5.23	2.03	0.05	0.2
oct	137	4.42	1.57	0.04	0.2
nov	112	3.72	1.09	0.03	0.2
dic	105	3.40	0.91	0.02	0.6
año	1890	5.18	1.79	0.05	0.2



Medias mensuales:

Gi_m Irradiación global mensual [kWh/m²]
Gi_d Irradiación global diaria [kWh/m²]
Di_d Irradiación difusa diaria [kWh/m²]
Ri_d Irradiación reflejada diaria [kWh/m²]

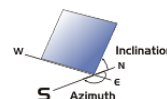
Sh_{loss} Pérdidas de irradiación global por sombreado topográfico [%]

Irradiación global anual media para diferentes tipos de superficie:

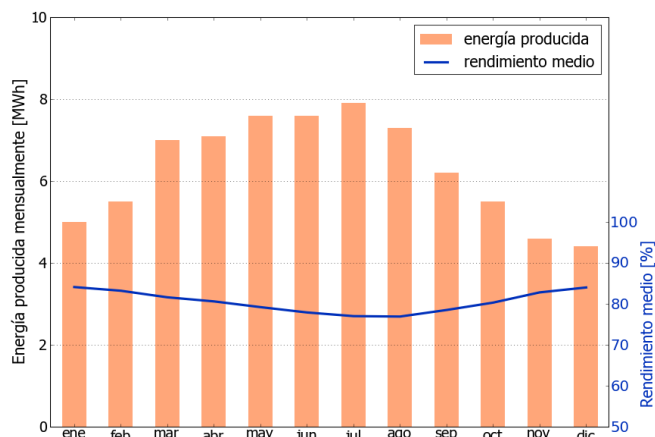
	kWh/m²	relativo a la inclinación óptima
Horizontal	1593	84.3%
Con inclinación óptima (36°)	1890	100.0%
Seguimiento a 2 ejes	2442	129.2%
Su opción	1890	100.0%

Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.4049°/2.1252°
sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 36°

7. Producción eléctrica FV inicial



Mes	E_{s_m}	E_{s_d}	E_{t_m}	E_{share}	PR
ene	99	3.20	5.0	6.6	84.1
feb	110	3.92	5.5	7.3	83.2
mar	139	4.50	7.0	9.2	81.6
abr	143	4.75	7.1	9.4	80.6
may	152	4.90	7.6	10.0	79.2
jun	152	5.08	7.6	10.1	77.9
jul	159	5.12	7.9	10.5	77.0
ago	146	4.71	7.3	9.6	76.9
sep	123	4.11	6.2	8.1	78.5
oct	110	3.55	5.5	7.3	80.3
nov	93	3.08	4.6	6.1	82.8
dic	89	2.87	4.4	5.9	84.0
año	1515	4.15	75.8	100.0	80.0



Medias mensuales:

E_{s_m} Producción eléctrica específica mensual total [kWh/kWp]
 E_{s_d} Producción eléctrica específica diaria total [kWh/kWp]
 E_{t_m} Producción eléctrica mensual total [MWh]

E_{share} Percentage mensual de producción eléctrica [%]
 PR Rendimiento [%]

8. Pérdidas y rendimiento del sistema

Fase en la conversión de energía	Energía producida [kWh/kWp]	Pérdidas [kWh/kWp]	Pérdidas [%]	Rendimiento [parcial %]	Rendimiento [acumul. %]
1. Irrad. global incidente en la superficie (entrada)	1893	-	-	100.0	100.0
2. Irrad. global reducida por el sombreado topográfico	1890	-4	-0.2	99.8	99.8
3. Irrad. global reducida por la reflectividad	1840	-50	-2.6	97.3	97.2
4. Conversión DC en los módulos	1686	-153	-8.3	91.7	89.1
5. Otras pérdidas DC	1594	-93	-5.5	94.5	84.2
6. Inversores (conversión DC/AC)	1554	-40	-2.5	97.5	82.1
7. Pérdidas en AC en el transformador y el cableado	1530	-23	-1.5	98.5	80.8
8. Disponibilidad reducida	1515	-15	-1.0	99.0	80.0
Rendimiento total del sistema	1515	-378	-20.0	-	80.0

Fases de conversión de la energía y pérdidas asociadas:

1. Se asume una producción inicial bajo condiciones estándar de operación,
2. Reducción de la irradiación global debido a obstrucciones por el horizonte topográfico y otros módulos FV,
3. Proporción de irradiación global que es reflejada por la superficie de los módulos FV (típicamente, cristalinos),
4. Pérdidas en los módulos debido a la conversión de radiación solar en corriente continua (DC); cambio de la eficiencia por desvío de las condiciones estándar de operación,
5. Pérdidas DC: desajuste entre módulos FV, pérdidas de calor en los cables y conexiones, pérdidas debidas a suciedad, nieve, hielo y auto-sombreado de los módulos FV,
6. Este paso considera la eficiencia (Euro) para aproximar las pérdidas promedio en el inversor,
7. Las pérdidas en la sección AC y el transformador (donde sea aplicable) dependen de la arquitectura del sistema,
8. El parámetro de disponibilidad asume pérdidas debido a periodos de inactividad causados por operaciones de mantenimiento o fallos.

Las pérdidas en los pasos 2 y 4 están modeladas numéricamente en pvPlanner. Las pérdidas en los pasos 5 y 8 deben ser calculadas por el usuario. Los modelos de simulación tienen incertidumbres inherentes que no se contemplan en este informe. Si desea evaluar posibles riesgos, puede encontrar información adicional sobre los métodos de simulación empleados y las incertidumbres asociadas en <http://solargis.com/products/pvplanner/>.

Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.4049°/2.1252°
sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 36°

9. Solargis v21a - descripción de la base de datos

Solargis es una base de datos climáticos de alta resolución operada por Solargis s.r.o.. Las capas de información incluyen la radiación solar, la temperatura ambiente y datos del terreno (altura y horizonte).

Temperatura ambiente a 2 m: obtenida a partir de los reanálisis del CFSR (© NOAA NCEP, USA); años: 1994 - 2011; refinado a valores cada 15 minutos. Los datos han sido tratados topográficamente (la resolución de 1 km) para incluir la alta variabilidad espacial del terreno.

Radiación solar: obtenida a partir de los datos atmosféricos y del datos de satélite:

- Meteosat PRIME satélite (© EUMETSAT, Alemania) 1994 - 2015, los valores de 15 minutos o 30 minutos para Europa, África y Oriente Medio,
- Meteosat IODC satélite (© EUMETSAT, Alemania) 1999 - 2015, 30 - valores de minutos para Asia,
- GOES EAST satélite (© NOAA, USA) 1999 - 2015, 30 minutos los valores de América,
- GOES WEST satélite (© NOAA, USA) 1999 - 2015, 30 minutos los valores de América y Pacífico,
- MTSAT satélite (© JMA, Japón) 2007 - 2015, los valores de 30 minutos para el Pacífico,
- MACC-II/CAMS (© ECMWF, UK) 2003 - 2015, los datos atmosféricos,
- GFS (© NOAA, USA), 1994 - 2015, los datos atmosféricos,
- MERRA-2 (© NASA, USA), 1994 - 2002, los datos atmosféricos.

Esta evaluación asume años de 365 días. Ocasionalmente, pueden aparecer errores de redondeo numérico que no son atribuibles a defectos del algoritmo aplicado. Puede consultar información adicional sobre los datos, algoritmos y la incertidumbre aplicados en: <http://solargis.com/products/pvplanner/>.

10. Proveedor del servicio

Solargis s.r.o. , Milana Marečka 3, 84108 Bratislava, Eslovaquia; ID del proveedor: 45 354 766, CIF: SK2022962766; Registro: Registro comercial, Juzgado de Distrito Bratislava I, Sección Sro, Archivo 62765/B

11. Modo de uso

Este informe muestra la estimación de la energía solar en la fase de puesta en marcha de un sistema fotovoltaico. Las estimaciones son lo suficientemente precisas para sistemas FV pequeños y medianos. Para simulaciones con seguidores solares, sólo se presentan opciones teóricas sin considerar 'backtracking' ni sombreado. Para la planificación y financiación de grandes proyectos, es necesaria más información:

1. Distribución estadística e incertidumbre de la radiación solar.
2. Especificación detallada del sistema FV
3. Variabilidad interanual e incertidumbre P90 de la producción FV
4. Ciclo de vida de la producción energética teniendo en cuenta la degradación del rendimiento de los componentes FV. Puede encontrar más información acerca del cálculo completo de la producción FV en: <http://solargis.com/products/pv-yield-assessment-study/>.

12. Responsabilidad e información legal

Dada la naturaleza fluctuante del clima, los cambios inter-anales del mismo, y la incertidumbre en las medidas y los procedimientos de cálculo aplicados, Solargis s.r.o. no puede garantizar totalmente la exactitud de sus datos. No obstante, se ha puesto el máximo empeño en el cálculo preciso de las condiciones climáticas basándose en los mejores datos, software y conocimiento disponibles. Solargis s.r.o. no se responsabiliza de ningún daño ocasionado directa o indirectamente como consecuencia del uso del informe proporcionado.

Este informe es propiedad de © 2016 Solargis s.r.o., todos los derechos reservados.
Solargis® es una marca registrada de Solargis s.r.o.

13. Información de contacto

Este informe ha sido generado por SUNCO ENERGY, S.L., C/Bergueda 1 A-3, 08820, BARCELONA, Spain,
<http://www.suncosystems.com>.

Este documento está firmado electrónicamente por Solargis s.r.o..

EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA

Número del informe: PV-29361-1611-397
Fecha: 15 de noviembre de 2016 11:45 (UTC)

1. Descripción del emplazamiento

Nombre del sitio: Barcelona, España

Coordenadas: **41° 24' 39.62" N, 02° 08' 26.49" E**
Elevación: 149 m
Pendiente: 4°
Orientación: 257° oeste

Irradiación global anual en plano inclinado: **1885 kWh/m²**
Temperatura ambiente anual a 2 m: **15.6 °C**

2. Descripción del sistema FV

Potencia instalada: **50.0 kWp**
Tipo de módulos: silicio cristalino (**c-Si**)
Estructura: **estructura fija, sobreelevada**
Orient./Incl.: **180° (sur) / 36°**
Efic. (Euro) inversor: 97.5%
Pérdidas DC/AC: 5.5% / 1.5%
Disponibilidad: 99.0%

Producción eléctrica anual media: **75.6 MWh**
Rendimiento medio: **79.8%**

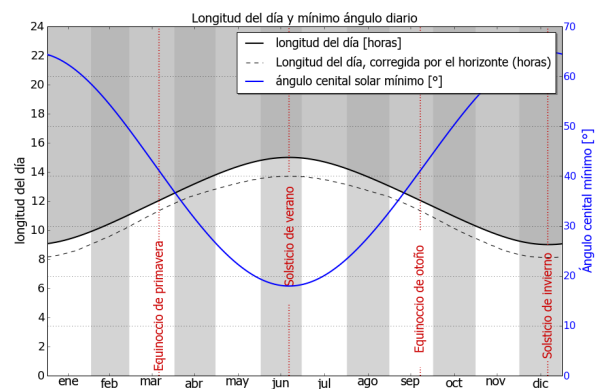
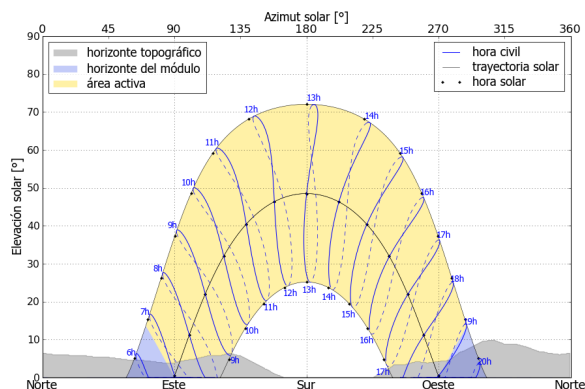
Localización en el mapa: <http://solargis.info/imaps/#tl=Google:satellite&loc=41.4110068378,2.14069247246&z=19>

3. Localización geográfica



Google Maps © 2016 Google

4. Horizonte topográfico y longitud del día



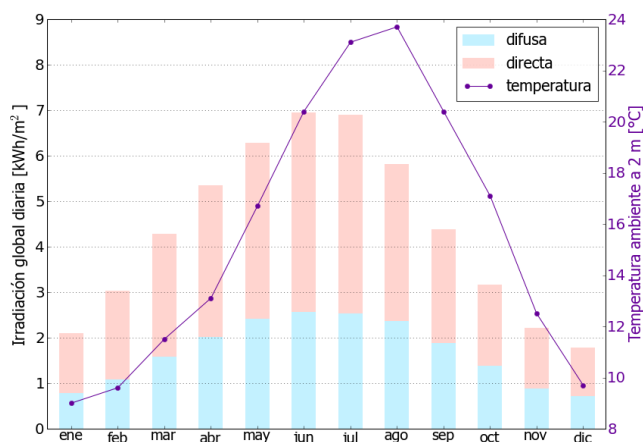
Izquierda: Trayectoria solar anual. El horizonte topográfico (en gris) y el horizonte del módulo (en azul) pueden dar lugar a ocultaciones solares. Los puntos negros muestran el tiempo solar verdadero. Las etiquetas en azul indican la hora civil local.

Derecha: Duración del día y ángulo cenital solar a lo largo del año. Si el horizonte local no es nulo, la duración real del día (tiempo en que el Sol está por encima del horizonte local) es menor que la duración astronómica.

Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.4110°/2.1407°
sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 36°

5. Irradiación global horizontal y temperatura ambiente - referencia climática

Mes	Gh _m	Gh _d	Dh _d	T ₂₄
ene	65	2.10	0.78	9.0
feb	85	3.04	1.08	9.6
mar	133	4.28	1.58	11.5
abr	160	5.35	2.01	13.1
may	195	6.29	2.41	16.7
jun	208	6.95	2.57	20.4
jul	214	6.90	2.54	23.1
ago	180	5.82	2.36	23.7
sep	132	4.39	1.89	20.4
oct	98	3.16	1.38	17.1
nov	66	2.21	0.89	12.5
dic	56	1.79	0.71	9.7
año	1592	4.36	1.69	15.6



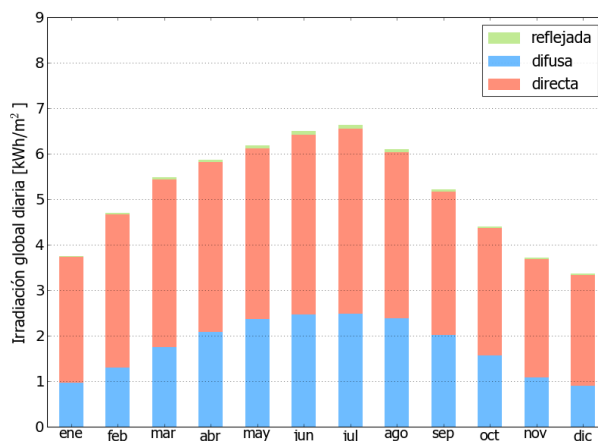
Medias anuales:

Gh_m Irradiación global mensual [kWh/m²]
Gh_d Irradiación global diaria [kWh/m²]
Dh_d Irradiación difusa diaria [kWh/m²]
T₂₄ Temperatura ambiente diaria (diurna) [°C]

6. Irradiación global en plano inclinado

Superficie fija, azimut 180° (sur), inclinación. 36°

Mes	Gi _m	Gi _d	Di _d	Ri _d	Sh _{loss}
ene	117	3.75	0.97	0.02	1.0
feb	131	4.70	1.30	0.04	0.5
mar	170	5.49	1.75	0.05	0.3
abr	176	5.87	2.08	0.06	0.3
may	191	6.18	2.37	0.07	0.3
jun	195	6.50	2.47	0.08	0.3
jul	206	6.63	2.48	0.08	0.3
ago	189	6.10	2.39	0.07	0.3
sep	157	5.22	2.02	0.05	0.3
oct	136	4.40	1.56	0.04	0.4
nov	111	3.72	1.09	0.03	0.3
dic	104	3.36	0.90	0.02	1.3
año	1885	5.16	1.78	0.05	0.4



Medias mensuales:

Gi_m Irradiación global mensual [kWh/m²]
Gi_d Irradiación global diaria [kWh/m²]
Di_d Irradiación difusa diaria [kWh/m²]
Ri_d Irradiación reflejada diaria [kWh/m²]

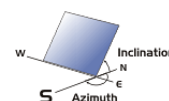
Sh_{loss} Pérdidas de irradiación global por sombreado topográfico [%]

Irradiación global anual media para diferentes tipos de superficie:

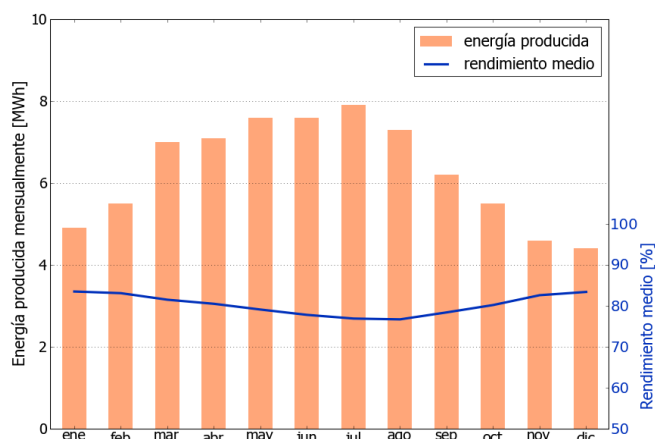
	kWh/m²	relativo a la inclinación óptima
Horizontal	1592	84.5%
Con inclinación óptima (36°)	1885	100.0%
Seguimiento a 2 ejes	2432	129.0%
Su opción	1885	100.0%

Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.4110°/2.1407°
sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 36°

7. Producción eléctrica FV inicial



Mes	Es _m	Es _d	Et _m	E _{share}	PR
ene	98	3.17	4.9	6.5	83.5
feb	110	3.91	5.5	7.3	83.1
mar	139	4.49	7.0	9.2	81.5
abr	142	4.75	7.1	9.4	80.5
may	152	4.90	7.6	10.1	79.1
jun	152	5.07	7.6	10.1	77.8
jul	159	5.11	7.9	10.5	76.9
ago	146	4.70	7.3	9.6	76.7
sep	123	4.10	6.2	8.1	78.4
oct	110	3.54	5.5	7.3	80.2
nov	92	3.07	4.6	6.1	82.6
dic	88	2.84	4.4	5.8	83.4
año	1511	4.14	75.6	100.0	79.8



Medias mensuales:

Es _m	Producción eléctrica específica mensual total [kWh/kWp]	E _{share}	Porcentaje mensual de producción eléctrica [%]
Es _d	Producción eléctrica específica diaria total [kWh/kWp]	PR	Rendimiento [%]
Et _m	Producción eléctrica mensual total [MWh]		

8. Pérdidas y rendimiento del sistema

Fase en la conversión de energía	Energía producida [kWh/kWp]	Pérdidas [kWh/kWp]	Pérdidas [%]	Rendimiento [parcial %]	Rendimiento [acumul. %]
1. Irrad. global incidente en la superficie (entrada)	1893	-	-	100.0	100.0
2. Irrad. global reducida por el sombreado topográfico	1885	-8	-0.4	99.6	99.6
3. Irrad. global reducida por la reflectividad	1835	-50	-2.6	97.4	97.0
4. Conversión DC en los módulos	1682	-153	-8.3	91.7	88.9
5. Otras pérdidas DC	1589	-93	-5.5	94.5	84.0
6. Inversores (conversión DC/AC)	1550	-40	-2.5	97.5	81.9
7. Pérdidas en AC en el transformador y el cableado	1526	-23	-1.5	98.5	80.6
8. Disponibilidad reducida	1511	-15	-1.0	99.0	79.8
Rendimiento total del sistema	1511	-382	-20.2	-	79.8

Fases de conversión de la energía y pérdidas asociadas:

1. Se asume una producción inicial bajo condiciones estándar de operación,
2. Reducción de la irradiación global debido a obstrucciones por el horizonte topográfico y otros módulos FV,
3. Proporción de irradiación global que es reflejada por la superficie de los módulos FV (típicamente, cristalinos),
4. Pérdidas en los módulos debido a la conversión de radiación solar en corriente continua (DC); cambio de la eficiencia por desvío de las condiciones estándar de operación,
5. Pérdidas DC: desajuste entre módulos FV, pérdidas de calor en los cables y conexiones, pérdidas debidas a suciedad, nieve, hielo y auto-sombreado de los módulos FV,
6. Este paso considera la eficiencia (Euro) para aproximar las pérdidas promedio en el inversor,
7. Las pérdidas en la sección AC y el transformador (donde sea aplicable) dependen de la arquitectura del sistema,
8. El parámetro de disponibilidad asume pérdidas debido a periodos de inactividad causados por operaciones de mantenimiento o fallos.

Las pérdidas en los pasos 2 y 4 están modeladas numéricamente en pvPlanner. Las pérdidas en los pasos 5 y 8 deben ser calculadas por el usuario. Los modelos de simulación tienen incertidumbres inherentes que no se contemplan en este informe. Si desea evaluar posibles riesgos, puede encontrar información adicional sobre los métodos de simulación empleados y las incertidumbres asociadas en <http://solargis.com/products/pvplanner/>.

Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.4110°/2.1407°
sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 36°

9. Solargis v21a - descripción de la base de datos

Solargis es una base de datos climáticos de alta resolución operada por Solargis s.r.o.. Las capas de información incluyen la radiación solar, la temperatura ambiente y datos del terreno (altura y horizonte).

Temperatura ambiente a 2 m: obtenida a partir de los reanálisis del CFSR (© NOAA NCEP, USA); años: 1994 - 2011; refinado a valores cada 15 minutos. Los datos han sido tratados topográficamente (la resolución de 1 km) para incluir la alta variabilidad espacial del terreno.

Radiación solar: obtenida a partir de los datos atmosféricos y del datos de satélite:

- Meteosat PRIME satélite (© EUMETSAT, Alemania) 1994 - 2015, los valores de 15 minutos o 30 minutos para Europa, África y Oriente Medio,
- Meteosat IODC satélite (© EUMETSAT, Alemania) 1999 - 2015, 30 - valores de minutos para Asia,
- GOES EAST satélite (© NOAA, USA) 1999 - 2015, 30 minutos los valores de América,
- GOES WEST satélite (© NOAA, USA) 1999 - 2015, 30 minutos los valores de América y Pacífico,
- MTSAT satélite (© JMA, Japón) 2007 - 2015, los valores de 30 minutos para el Pacífico,
- MACC-II/CAMS (© ECMWF, UK) 2003 - 2015, los datos atmosféricos,
- GFS (© NOAA, USA), 1994 - 2015, los datos atmosféricos,
- MERRA-2 (© NASA, USA), 1994 - 2002, los datos atmosféricos.

Esta evaluación asume años de 365 días. Ocasionalmente, pueden aparecer errores de redondeo numérico que no son atribuibles a defectos del algoritmo aplicado. Puede consultar información adicional sobre los datos, algoritmos y la incertidumbre aplicados en: <http://solargis.com/products/pvplanner/>.

10. Proveedor del servicio

Solargis s.r.o. , Milana Marečka 3, 84108 Bratislava, Eslovaquia; ID del proveedor: 45 354 766, CIF: SK2022962766; Registro: Registro comercial, Juzgado de Distrito Bratislava I, Sección Sro, Archivo 62765/B

11. Modo de uso

Este informe muestra la estimación de la energía solar en la fase de puesta en marcha de un sistema fotovoltaico. Las estimaciones son lo suficientemente precisas para sistemas FV pequeños y medianos. Para simulaciones con seguidores solares, sólo se presentan opciones teóricas sin considerar 'backtracking' ni sombreado. Para la planificación y financiación de grandes proyectos, es necesaria más información:

1. Distribución estadística e incertidumbre de la radiación solar.
2. Especificación detallada del sistema FV
3. Variabilidad interanual e incertidumbre P90 de la producción FV
4. Ciclo de vida de la producción energética teniendo en cuenta la degradación del rendimiento de los componentes FV. Puede encontrar más información acerca del cálculo completo de la producción FV en: <http://solargis.com/products/pv-yield-assessment-study/>.

12. Responsabilidad e información legal

Dada la naturaleza fluctuante del clima, los cambios inter-anales del mismo, y la incertidumbre en las medidas y los procedimientos de cálculo aplicados, Solargis s.r.o. no puede garantizar totalmente la exactitud de sus datos. No obstante, se ha puesto el máximo empeño en el cálculo preciso de las condiciones climáticas basándose en los mejores datos, software y conocimiento disponibles. Solargis s.r.o. no se responsabiliza de ningún daño ocasionado directa o indirectamente como consecuencia del uso del informe proporcionado.

Este informe es propiedad de © 2016 Solargis s.r.o., todos los derechos reservados.
Solargis® es una marca registrada de Solargis s.r.o.

13. Información de contacto

Este informe ha sido generado por SUNCO ENERGY, S.L., C/Bergueda 1 A-3, 08820, BARCELONA, Spain,
<http://www.suncosystems.com>.

Este documento está firmado electrónicamente por Solargis s.r.o..

EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA

Número del informe: PV-29361-1611-54
Fecha: 10 de noviembre de 2016 10:40 (UTC)

1. Descripción del emplazamiento

Nombre del sitio: Barcelona, España

Coordenadas: **41° 24' 21.87" N, 02° 09' 24.16" E**
Elevación: 83 m
Pendiente: 0°
Orientación: 76° este

Irradiación global anual en plano inclinado: **1891 kWh/m²**
Temperatura ambiente anual a 2 m: **15.8 °C**

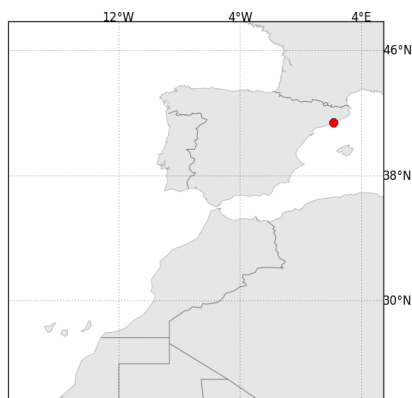
2. Descripción del sistema FV

Potencia instalada: **50.0 kWp**
Tipo de módulos: silicio cristalino (**c-Si**)
Estructura: **estructura fija, sobreelevada**
Orient./Incl.: **180° (sur) / 36°**
Efic. (Euro) inversor: 97.5%
Pérdidas DC/AC: 5.5% / 1.5%
Disponibilidad: 99.0%

Producción eléctrica anual media: **75.8 MWh**
Rendimiento medio: **79.9%**

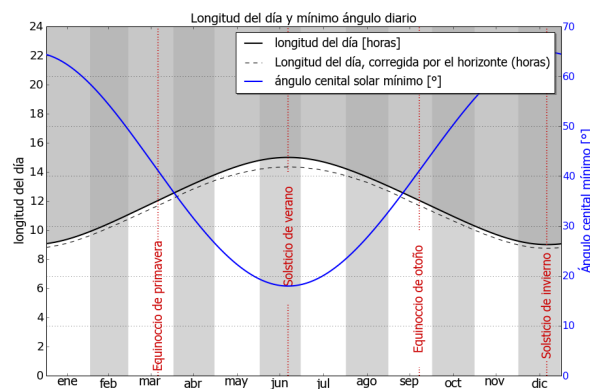
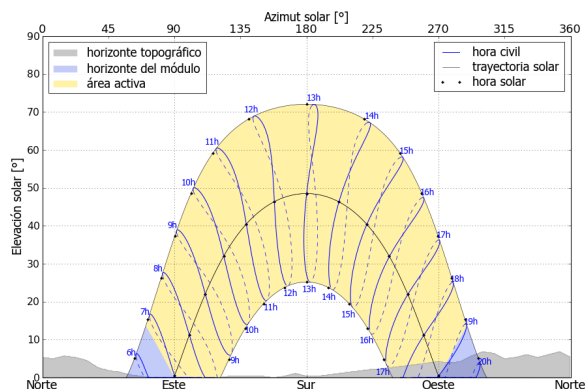
Localización en el mapa: <http://solargis.info/imaps/#tl=Google:satellite&loc=41.4060742869,2.15671062469&z=15>

3. Localización geográfica



Google Maps © 2016 Google

4. Horizonte topográfico y longitud del día



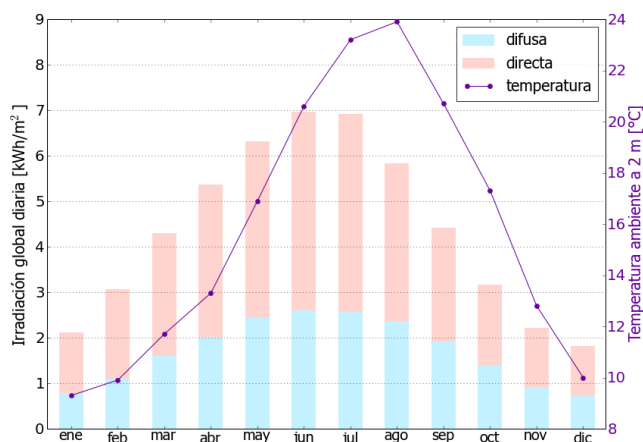
Izquierda: Trayectoria solar anual. El horizonte topográfico (en gris) y el horizonte del módulo (en azul) pueden dar lugar a ocultaciones solares. Los puntos negros muestran el tiempo solar verdadero. Las etiquetas en azul indican la hora civil local.

Derecha: Duración del día y ángulo cenital solar a lo largo del año. Si el horizonte local no es nulo, la duración real del día (tiempo en que el Sol está por encima del horizonte local) es menor que la duración astronómica.

Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.4061°/2.1567°
sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 36°

5. Irradiación global horizontal y temperatura ambiente - referencia climática

Mes	Gh _m	Gh _d	Dh _d	T ₂₄
ene	66	2.11	0.79	9.3
feb	86	3.06	1.10	9.9
mar	133	4.30	1.60	11.7
abr	161	5.37	2.02	13.3
may	196	6.31	2.43	16.9
jun	209	6.96	2.60	20.6
jul	214	6.91	2.56	23.2
ago	181	5.84	2.37	23.9
sep	132	4.41	1.91	20.7
oct	98	3.17	1.39	17.3
nov	67	2.22	0.91	12.8
dic	56	1.81	0.73	10.0
año	1598	4.38	1.70	15.8



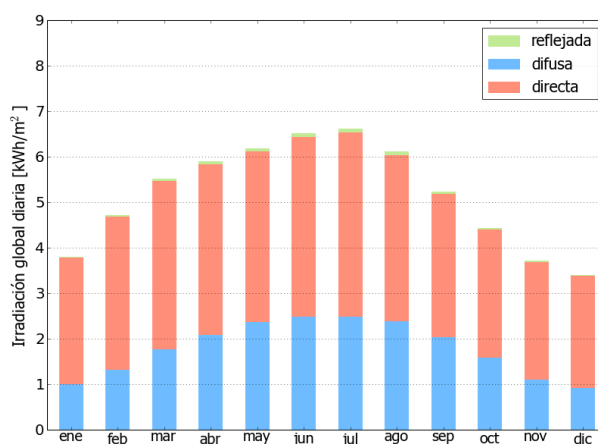
Medias anuales:

Gh_m Irradiación global mensual [kWh/m²]
Gh_d Irradiación global diaria [kWh/m²]
Dh_d Irradiación difusa diaria [kWh/m²]
T₂₄ Temperatura ambiente diaria (diurna) [°C]

6. Irradiación global en plano inclinado

Superficie fija, azimut 180° (sur), inclinación. 36°

Mes	Gi _m	Gi _d	Di _d	Ri _d	Sh _{loss}
ene	118	3.80	1.00	0.02	0.5
feb	132	4.72	1.31	0.04	0.4
mar	171	5.51	1.77	0.05	0.3
abr	177	5.90	2.09	0.06	0.2
may	192	6.18	2.37	0.07	0.2
jun	195	6.51	2.48	0.08	0.2
jul	205	6.62	2.49	0.08	0.2
ago	189	6.11	2.39	0.07	0.2
sep	157	5.23	2.03	0.05	0.2
oct	137	4.44	1.59	0.04	0.4
nov	112	3.72	1.10	0.03	0.4
dic	105	3.40	0.92	0.02	0.8
año	1891	5.18	1.80	0.05	0.3



Medias mensuales:

Gi_m Irradiación global mensual [kWh/m²]
Gi_d Irradiación global diaria [kWh/m²]
Di_d Irradiación difusa diaria [kWh/m²]
Ri_d Irradiación reflejada diaria [kWh/m²]

Sh_{loss} Pérdidas de irradiación global por sombreado topográfico [%]

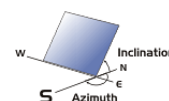
Irradiación global anual media para diferentes tipos de superficie:

	kWh/m²	relativo a la inclinación óptima
Horizontal	1599	84.5%
Con inclinación óptima (36°)	1891	100.0%
Seguimiento a 2 ejes	2449	129.5%
Su opción	1891	100.0%

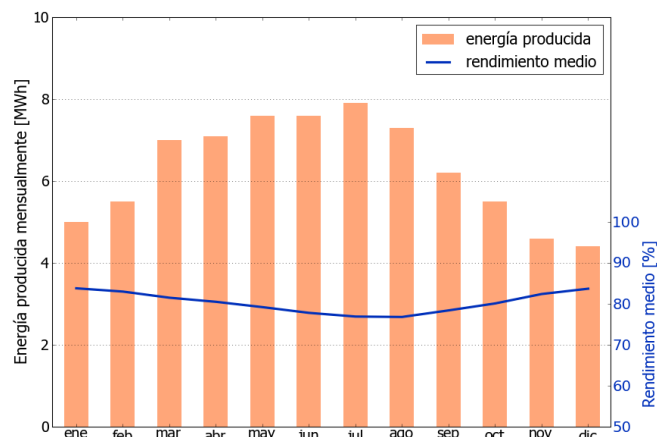
Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.4061°/2.1567°

sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 36°

7. Producción eléctrica FV inicial



Mes	Es _m	Es _d	Et _m	E _{share}	PR
ene	99	3.21	5.0	6.6	83.8
feb	110	3.93	5.5	7.3	83.0
mar	140	4.50	7.0	9.2	81.5
abr	143	4.76	7.1	9.4	80.5
may	152	4.91	7.6	10.0	79.2
jun	152	5.07	7.6	10.0	77.8
jul	158	5.10	7.9	10.4	76.9
ago	146	4.70	7.3	9.6	76.8
sep	124	4.12	6.2	8.1	78.4
oct	110	3.56	5.5	7.3	80.1
nov	92	3.08	4.6	6.1	82.4
dic	89	2.87	4.4	5.9	83.7
año	1516	4.15	75.8	100.0	79.9



Medias mensuales:

Es_m Producción eléctrica específica mensual total [kWh/kWp]
 Es_d Producción eléctrica específica diaria total [kWh/kWp]
 Et_m Producción eléctrica mensual total [MWh]

E_{share} Porcentaje mensual de producción eléctrica [%]
 PR Rendimiento [%]

8. Pérdidas y rendimiento del sistema

Fase en la conversión de energía	Energía producida [kWh/kWp]	Pérdidas [kWh/kWp]	Pérdidas [%]	Rendimiento [parcial %]	Rendimiento [acumul. %]
1. Irrad. global incidente en la superficie (entrada)	1897	-	-	100.0	100.0
2. Irrad. global reducida por el sombreado topográfico	1891	-6	-0.3	99.7	99.7
3. Irrad. global reducida por la reflectividad	1842	-50	-2.6	97.4	97.1
4. Conversión DC en los módulos	1687	-155	-8.4	91.6	88.9
5. Otras pérdidas DC	1594	-93	-5.5	94.5	84.0
6. Inversores (conversión DC/AC)	1554	-40	-2.5	97.5	81.9
7. Pérdidas en AC en el transformador y el cableado	1531	-23	-1.5	98.5	80.7
8. Disponibilidad reducida	1516	-15	-1.0	99.0	79.9
Rendimiento total del sistema	1516	-382	-20.1	-	79.9

Fases de conversión de la energía y pérdidas asociadas:

1. Se asume una producción inicial bajo condiciones estándar de operación,
2. Reducción de la irradiación global debido a obstrucciones por el horizonte topográfico y otros módulos FV,
3. Proporción de irradiación global que es reflejada por la superficie de los módulos FV (típicamente, cristalinos),
4. Pérdidas en los módulos debido a la conversión de radiación solar en corriente continua (DC); cambio de la eficiencia por desvío de las condiciones estándar de operación,
5. Pérdidas DC: desajuste entre módulos FV, pérdidas de calor en los cables y conexiones, pérdidas debidas a suciedad, nieve, hielo y auto-sombreado de los módulos FV,
6. Este paso considera la eficiencia (Euro) para aproximar las pérdidas promedio en el inversor,
7. Las pérdidas en la sección AC y el transformador (donde sea aplicable) dependen de la arquitectura del sistema,
8. El parámetro de disponibilidad asume pérdidas debido a periodos de inactividad causados por operaciones de mantenimiento o fallos.

Las pérdidas en los pasos 2 y 4 están modeladas numéricamente en pvPlanner. Las pérdidas en los pasos 5 y 8 deben ser calculadas por el usuario. Los modelos de simulación tienen incertidumbres inherentes que no se contemplan en este informe. Si desea evaluar posibles riesgos, puede encontrar información adicional sobre los métodos de simulación empleados y las incertidumbres asociadas en <http://solargis.com/products/pvplanner/>.

Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.4061°/2.1567°

sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 36°

9. Solargis v21a - descripción de la base de datos

Solargis es una base de datos climáticos de alta resolución operada por Solargis s.r.o.. Las capas de información incluyen la radiación solar, la temperatura ambiente y datos del terreno (altura y horizonte).

Temperatura ambiente a 2 m: obtenida a partir de los reanálisis del CFSR (© NOAA NCEP, USA); años: 1994 - 2011; refinado a valores cada 15 minutos. Los datos han sido tratados topográficamente (la resolución de 1 km) para incluir la alta variabilidad espacial del terreno.

Radiación solar: obtenida a partir de los datos atmosféricos y del datos de satélite:

- Meteosat PRIME satélite (© EUMETSAT, Alemania) 1994 - 2015, los valores de 15 minutos o 30 minutos para Europa, África y Oriente Medio,
- Meteosat IODC satélite (© EUMETSAT, Alemania) 1999 - 2015, 30 - valores de minutos para Asia,
- GOES EAST satélite (© NOAA, USA) 1999 - 2015, 30 minutos los valores de América,
- GOES WEST satélite (© NOAA, USA) 1999 - 2015, 30 minutos los valores de América y Pacífico,
- MTSAT satélite (© JMA, Japón) 2007 - 2015, los valores de 30 minutos para el Pacífico,
- MACC-II/CAMS (© ECMWF, UK) 2003 - 2015, los datos atmosféricos,
- GFS (© NOAA, USA), 1994 - 2015, los datos atmosféricos,
- MERRA-2 (© NASA, USA), 1994 - 2002, los datos atmosféricos.

Esta evaluación asume años de 365 días. Ocasionalmente, pueden aparecer errores de redondeo numérico que no son atribuibles a defectos del algoritmo aplicado. Puede consultar información adicional sobre los datos, algoritmos y la incertidumbre aplicados en: <http://solargis.com/products/pvplanner/>.

10. Proveedor del servicio

Solargis s.r.o. , Milana Marečka 3, 84108 Bratislava, Eslovaquia; ID del proveedor: 45 354 766, CIF: SK2022962766; Registro: Registro comercial, Juzgado de Distrito Bratislava I, Sección Sro, Archivo 62765/B

11. Modo de uso

Este informe muestra la estimación de la energía solar en la fase de puesta en marcha de un sistema fotovoltaico. Las estimaciones son lo suficientemente precisas para sistemas FV pequeños y medianos. Para simulaciones con seguidores solares, sólo se presentan opciones teóricas sin considerar 'backtracking' ni sombreado. Para la planificación y financiación de grandes proyectos, es necesaria más información:

1. Distribución estadística e incertidumbre de la radiación solar.
2. Especificación detallada del sistema FV
3. Variabilidad interanual e incertidumbre P90 de la producción FV
4. Ciclo de vida de la producción energética teniendo en cuenta la degradación del rendimiento de los componentes FV. Puede encontrar más información acerca del cálculo completo de la producción FV en: <http://solargis.com/products/pv-yield-assessment-study/>.

12. Responsabilidad e información legal

Dada la naturaleza fluctuante del clima, los cambios inter-anales del mismo, y la incertidumbre en las medidas y los procedimientos de cálculo aplicados, Solargis s.r.o. no puede garantizar totalmente la exactitud de sus datos. No obstante, se ha puesto el máximo empeño en el cálculo preciso de las condiciones climáticas basándose en los mejores datos, software y conocimiento disponibles. Solargis s.r.o. no se responsabiliza de ningún daño ocasionado directa o indirectamente como consecuencia del uso del informe proporcionado.

Este informe es propiedad de © 2016 Solargis s.r.o., todos los derechos reservados. Solargis® es una marca registrada de Solargis s.r.o.

13. Información de contacto

Este informe ha sido generado por SUNCO ENERGY, S.L., C/Bergueda 1 A-3, 08820, BARCELONA, Spain, <http://www.suncosystems.com>.

Este documento está firmado electrónicamente por Solargis s.r.o..

EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA

Número del informe: PV-29361-1611-74

Fecha: 10 de noviembre de 2016 11:21 (UTC)

1. Descripción del emplazamiento

Nombre del sitio: Barcelona, España

Coordenadas: **41° 24' 31.69" N, 02° 09' 45.44" E**

Elevación: 91 m

Pendiente: 3°

Orientación: 176° sur

Irradiación global anual en plano inclinado: **1897 kWh/m²**

Temperatura ambiente anual a 2 m: **15.8 °C**

2. Descripción del sistema FV

Potencia instalada: **50.0 kWp**

Tipo de módulos: silicio cristalino (c-Si)

Estructura: **estructura fija, sobreelevada**

Orient./Incl.: **180° (sur) / 36°**

Efic. (Euro) inversor: 97.5%

Pérdidas DC/AC: 5.5% / 1.5%

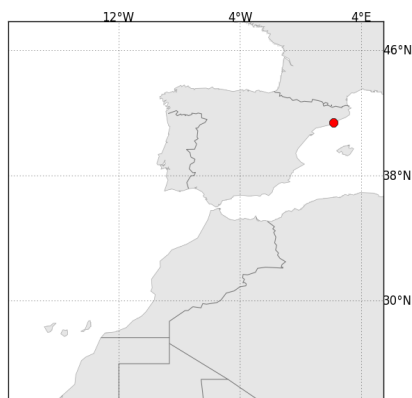
Disponibilidad: 99.0%

Producción eléctrica anual media: **76.0 MWh**

Rendimiento medio: **80.1%**

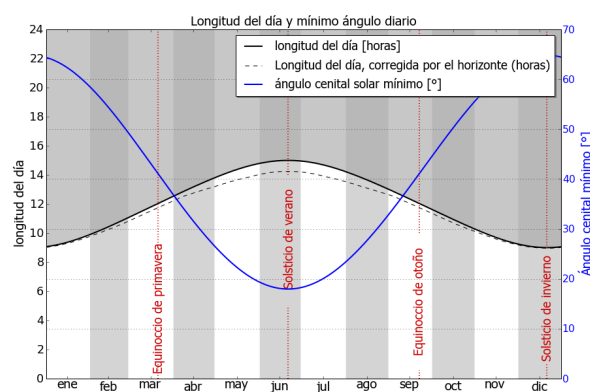
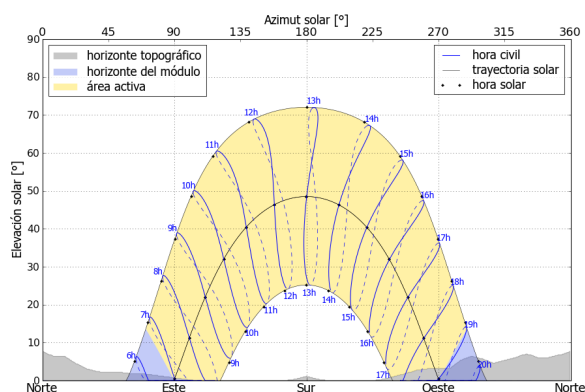
Localización en el mapa: <http://solargis.info/imaps/#tl=Google:satellite&loc=41.4088021851,2.16262221336&z=17>

3. Localización geográfica



Google Maps © 2016 Google

4. Horizonte topográfico y longitud del día



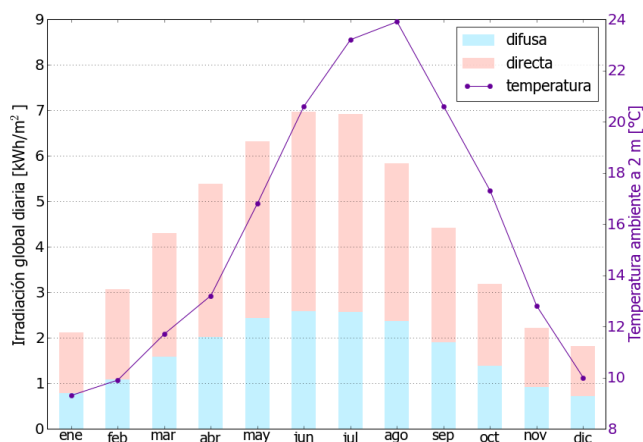
Izquierda: Trayectoria solar anual. El horizonte topográfico (en gris) y el horizonte del módulo (en azul) pueden dar lugar a ocultaciones solares. Los puntos negros muestran el tiempo solar verdadero. Las etiquetas en azul indican la hora civil local.

Derecha: Duración del día y ángulo cenital solar a lo largo del año. Si el horizonte local no es nulo, la duración real del día (tiempo en que el Sol está por encima del horizonte local) es menor que la duración astronómica.

Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.4088°/2.1626°
sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 36°

5. Irradiación global horizontal y temperatura ambiente - referencia climática

Mes	Gh _m	Gh _d	Dh _d	T ₂₄
ene	66	2.11	0.79	9.3
feb	86	3.06	1.09	9.9
mar	133	4.30	1.59	11.7
abr	161	5.38	2.02	13.2
may	196	6.32	2.43	16.8
jun	209	6.96	2.59	20.6
jul	214	6.91	2.56	23.2
ago	181	5.84	2.37	23.9
sep	133	4.42	1.90	20.6
oct	99	3.18	1.39	17.3
nov	67	2.22	0.91	12.8
dic	56	1.81	0.72	10.0
año	1600	4.38	1.70	15.8



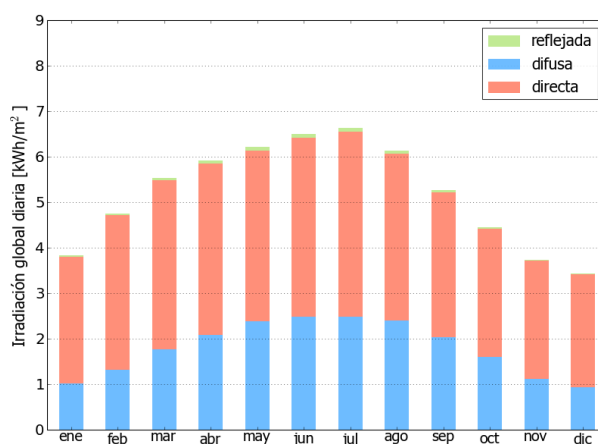
Medias anuales:

Gh_m Irradiación global mensual [kWh/m²]
Gh_d Irradiación global diaria [kWh/m²]
Dh_d Irradiación difusa diaria [kWh/m²]
T₂₄ Temperatura ambiente diaria (diurna) [°C]

6. Irradiación global en plano inclinado

Superficie fija, azimut 180° (sur), inclinación. 36°

Mes	Gi _m	Gi _d	Di _d	Ri _d	Sh _{loss}
ene	119	3.83	1.01	0.03	0.3
feb	133	4.75	1.32	0.04	0.1
mar	172	5.53	1.77	0.05	0.1
abr	178	5.91	2.09	0.06	0.0
may	192	6.21	2.38	0.08	0.1
jun	195	6.50	2.48	0.08	0.0
jul	206	6.63	2.49	0.08	0.0
ago	190	6.13	2.40	0.07	0.0
sep	158	5.26	2.04	0.05	0.1
oct	138	4.45	1.60	0.04	0.2
nov	112	3.74	1.11	0.03	0.3
dic	106	3.43	0.93	0.02	0.2
año	1897	5.20	1.80	0.05	0.1



Medias mensuales:

Gi_m Irradiación global mensual [kWh/m²]
Gi_d Irradiación global diaria [kWh/m²]
Di_d Irradiación difusa diaria [kWh/m²]
Ri_d Irradiación reflejada diaria [kWh/m²]

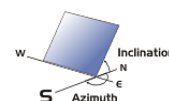
Sh_{loss} Pérdidas de irradiación global por sombreado topográfico [%]

Irradiación global anual media para diferentes tipos de superficie:

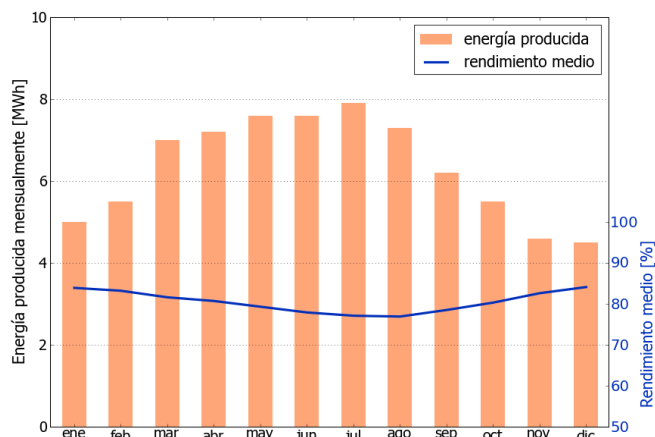
	kWh/m²	relativo a la inclinación óptima
Horizontal	1600	84.3%
Con inclinación óptima (36°)	1897	100.0%
Seguimiento a 2 ejes	2459	129.6%
Su opción	1897	100.0%

Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.4088°/2.1626°
sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 36°

7. Producción eléctrica FV inicial



Mes	Es _m	Es _d	Et _m	E _{share}	PR
ene	100	3.22	5.0	6.6	83.9
feb	111	3.95	5.5	7.3	83.2
mar	140	4.52	7.0	9.2	81.6
abr	143	4.78	7.2	9.4	80.7
may	153	4.92	7.6	10.0	79.3
jun	152	5.08	7.6	10.0	77.9
jul	159	5.11	7.9	10.4	77.1
ago	146	4.72	7.3	9.6	76.9
sep	124	4.13	6.2	8.1	78.5
oct	111	3.58	5.5	7.3	80.3
nov	93	3.09	4.6	6.1	82.6
dic	90	2.89	4.5	5.9	84.1
año	1521	4.17	76.0	100.0	80.1



Medias mensuales:

Es_m Producción eléctrica específica mensual total [kWh/kWp]
Es_d Producción eléctrica específica diaria total [kWh/kWp]
Et_m Producción eléctrica mensual total [MWh]

E_{share} Percentage mensual de producción eléctrica [%]
PR Rendimiento [%]

8. Pérdidas y rendimiento del sistema

Fase en la conversión de energía	Energía producida [kWh/kWp]	Pérdidas [kWh/kWp]	Pérdidas [%]	Rendimiento [parcial %]	Rendimiento [acumul. %]
1. Irrad. global incidente en la superficie (entrada)	1899	-	-	100.0	100.0
2. Irrad. global reducida por el sombreado topográfico	1897	-2	-0.1	99.9	99.9
3. Irrad. global reducida por la reflectividad	1847	-50	-2.6	97.4	97.3
4. Conversión DC en los módulos	1692	-155	-8.4	91.6	89.1
5. Otras pérdidas DC	1599	-93	-5.5	94.5	84.2
6. Inversores (conversión DC/AC)	1559	-40	-2.5	97.5	82.1
7. Pérdidas en AC en el transformador y el cableado	1536	-23	-1.5	98.5	80.9
8. Disponibilidad reducida	1520	-15	-1.0	99.0	80.1
Rendimiento total del sistema	1520	-379	-19.9	-	80.1

Fases de conversión de la energía y pérdidas asociadas:

1. Se asume una producción inicial bajo condiciones estándar de operación,
2. Reducción de la irradiación global debido a obstrucciones por el horizonte topográfico y otros módulos FV,
3. Proporción de irradiación global que es reflejada por la superficie de los módulos FV (típicamente, cristalinos),
4. Pérdidas en los módulos debido a la conversión de radiación solar en corriente continua (DC); cambio de la eficiencia por desvío de las condiciones estándar de operación,
5. Pérdidas DC: desajuste entre módulos FV, pérdidas de calor en los cables y conexiones, pérdidas debidas a suciedad, nieve, hielo y auto-sombreado de los módulos FV,
6. Este paso considera la eficiencia (Euro) para aproximar las pérdidas promedio en el inversor,
7. Las pérdidas en la sección AC y el transformador (donde sea aplicable) dependen de la arquitectura del sistema,
8. El parámetro de disponibilidad asume pérdidas debido a periodos de inactividad causados por operaciones de mantenimiento o fallos.

Las pérdidas en los pasos 2 y 4 están modeladas numéricamente en pvPlanner. Las pérdidas en los pasos 5 y 8 deben ser calculadas por el usuario. Los modelos de simulación tienen incertidumbres inherentes que no se contemplan en este informe. Si desea evaluar posibles riesgos, puede encontrar información adicional sobre los métodos de simulación empleados y las incertidumbres asociadas en <http://solargis.com/products/pvplanner/>.

Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.4088°/2.1626°

sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 36°

9. Solargis v21a - descripción de la base de datos

Solargis es una base de datos climáticos de alta resolución operada por Solargis s.r.o.. Las capas de información incluyen la radiación solar, la temperatura ambiente y datos del terreno (altura y horizonte).

Temperatura ambiente a 2 m: obtenida a partir de los reanálisis del CFSR (© NOAA NCEP, USA); años: 1994 - 2011; refinado a valores cada 15 minutos. Los datos han sido tratados topográficamente (la resolución de 1 km) para incluir la alta variabilidad espacial del terreno.

Radiación solar: obtenida a partir de los datos atmosféricos y del datos de satélite:

- Meteosat PRIME satélite (© EUMETSAT, Alemania) 1994 - 2015, los valores de 15 minutos o 30 minutos para Europa, África y Oriente Medio,
- Meteosat IODC satélite (© EUMETSAT, Alemania) 1999 - 2015, 30 - valores de minutos para Asia,
- GOES EAST satélite (© NOAA, USA) 1999 - 2015, 30 minutos los valores de América,
- GOES WEST satélite (© NOAA, USA) 1999 - 2015, 30 minutos los valores de América y Pacífico,
- MTSAT satélite (© JMA, Japón) 2007 - 2015, los valores de 30 minutos para el Pacífico,
- MACC-II/CAMS (© ECMWF, UK) 2003 - 2015, los datos atmosféricos,
- GFS (© NOAA, USA), 1994 - 2015, los datos atmosféricos,
- MERRA-2 (© NASA, USA), 1994 - 2002, los datos atmosféricos.

Esta evaluación asume años de 365 días. Ocasionalmente, pueden aparecer errores de redondeo numérico que no son atribuibles a defectos del algoritmo aplicado. Puede consultar información adicional sobre los datos, algoritmos y la incertidumbre aplicados en: <http://solargis.com/products/pvplanner/>.

10. Proveedor del servicio

Solargis s.r.o. , Milana Marečka 3, 84108 Bratislava, Eslovaquia; ID del proveedor: 45 354 766, CIF: SK2022962766; Registro: Registro comercial, Juzgado de Distrito Bratislava I, Sección Sro, Archivo 62765/B

11. Modo de uso

Este informe muestra la estimación de la energía solar en la fase de puesta en marcha de un sistema fotovoltaico. Las estimaciones son lo suficientemente precisas para sistemas FV pequeños y medianos. Para simulaciones con seguidores solares, sólo se presentan opciones teóricas sin considerar 'backtracking' ni sombreado. Para la planificación y financiación de grandes proyectos, es necesaria más información:

1. Distribución estadística e incertidumbre de la radiación solar.
2. Especificación detallada del sistema FV
3. Variabilidad interanual e incertidumbre P90 de la producción FV
4. Ciclo de vida de la producción energética teniendo en cuenta la degradación del rendimiento de los componentes FV. Puede encontrar más información acerca del cálculo completo de la producción FV en: <http://solargis.com/products/pv-yield-assessment-study/>.

12. Responsabilidad e información legal

Dada la naturaleza fluctuante del clima, los cambios inter-anales del mismo, y la incertidumbre en las medidas y los procedimientos de cálculo aplicados, Solargis s.r.o. no puede garantizar totalmente la exactitud de sus datos. No obstante, se ha puesto el máximo empeño en el cálculo preciso de las condiciones climáticas basándose en los mejores datos, software y conocimiento disponibles. Solargis s.r.o. no se responsabiliza de ningún daño ocasionado directa o indirectamente como consecuencia del uso del informe proporcionado.

Este informe es propiedad de © 2016 Solargis s.r.o., todos los derechos reservados. Solargis® es una marca registrada de Solargis s.r.o.

13. Información de contacto

Este informe ha sido generado por SUNCO ENERGY, S.L., C/Bergueda 1 A-3, 08820, BARCELONA, Spain, <http://www.suncosystems.com>.

Este documento está firmado electrónicamente por Solargis s.r.o..

EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA

Número del informe: PV-29361-1611-90
Fecha: 10 de noviembre de 2016 11:30 (UTC)

1. Descripción del emplazamiento

Nombre del sitio: Barcelona, España

Coordenadas: **41° 24' 40.9" N, 02° 09' 14.35" E**
Elevación: 126 m
Pendiente: 8°
Orientación: 131° sudeste

Irradiación global anual en plano inclinado: **1892 kWh/m²**
Temperatura ambiente anual a 2 m: **15.7 °C**

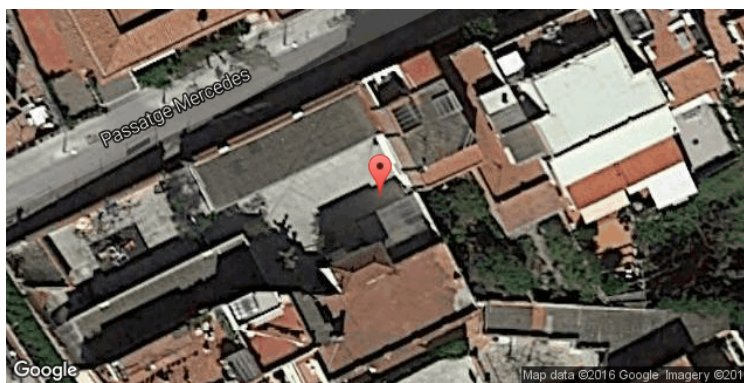
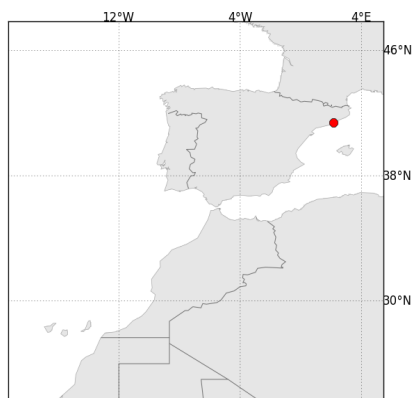
2. Descripción del sistema FV

Potencia instalada: **50.0 kWp**
Tipo de módulos: silicio cristalino (**c-Si**)
Estructura: **estructura fija, sobreelevada**
Orient./Incl.: **180° (sur) / 36°**
Efic. (Euro) inversor: 97.5%
Pérdidas DC/AC: 5.5% / 1.5%
Disponibilidad: 99.0%

Producción eléctrica anual media: **75.8 MWh**
Rendimiento medio: **80.1%**

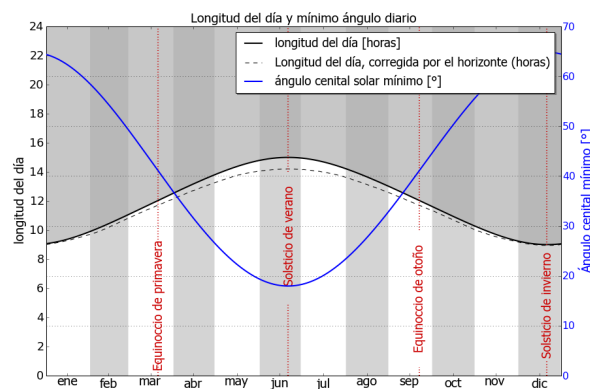
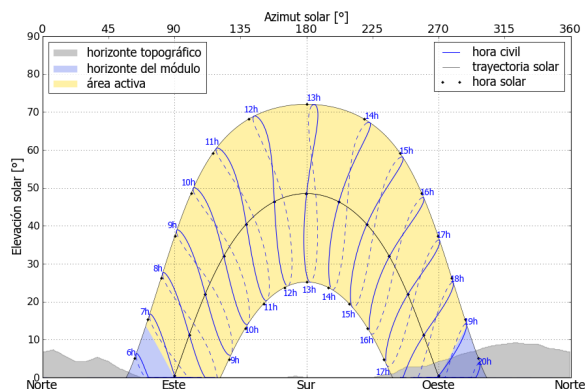
Localización en el mapa: <http://solargis.info/imaps/#tl=Google:satellite&loc=41.4113610209,2.15398684144&z=20>

3. Localización geográfica



Google Maps © 2016 Google

4. Horizonte topográfico y longitud del día



Izquierda: Trayectoria solar anual. El horizonte topográfico (en gris) y el horizonte del módulo (en azul) pueden dar lugar a ocultaciones solares. Los puntos negros muestran el tiempo solar verdadero. Las etiquetas en azul indican la hora civil local.

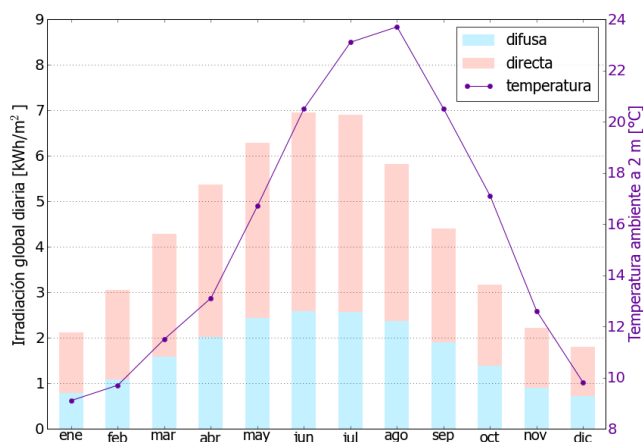
Derecha: Duración del día y ángulo cenital solar a lo largo del año. Si el horizonte local no es nulo, la duración real del día (tiempo en que el Sol está por encima del horizonte local) es menor que la duración astronómica.

Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.4114°/2.1540°

sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 36°

5. Irradiación global horizontal y temperatura ambiente - referencia climática

Mes	Gh _m	Gh _d	Dh _d	T ₂₄
ene	65	2.11	0.79	9.1
feb	85	3.05	1.09	9.7
mar	133	4.29	1.59	11.5
abr	161	5.36	2.02	13.1
may	195	6.29	2.43	16.7
jun	209	6.95	2.59	20.5
jul	214	6.90	2.56	23.1
ago	181	5.82	2.37	23.7
sep	132	4.40	1.90	20.5
oct	98	3.16	1.39	17.1
nov	66	2.21	0.90	12.6
dic	56	1.80	0.72	9.8
año	1595	4.37	1.70	15.7



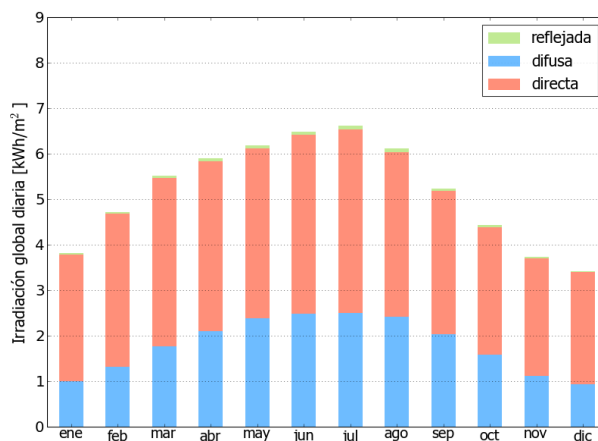
Medias anuales:

Gh _m	Irradiación global mensual [kWh/m²]
Gh _d	Irradiación global diaria [kWh/m²]
Dh _d	Irradiación difusa diaria [kWh/m²]
T ₂₄	Temperatura ambiente diaria (diurna) [°C]

6. Irradiación global en plano inclinado

Superficie fija, azimut 180° (sur), inclinación. 36°

Mes	Gi _m	Gi _d	Di _d	Ri _d	Sh _{loss}
ene	118	3.81	1.00	0.03	0.3
feb	132	4.72	1.32	0.04	0.3
mar	171	5.51	1.77	0.05	0.1
abr	177	5.90	2.10	0.06	0.0
may	192	6.19	2.38	0.08	0.0
jun	195	6.49	2.48	0.08	0.0
jul	205	6.62	2.50	0.08	0.0
ago	189	6.11	2.41	0.07	0.0
sep	157	5.23	2.04	0.05	0.0
oct	137	4.43	1.59	0.04	0.2
nov	112	3.73	1.11	0.03	0.2
dic	106	3.42	0.93	0.02	0.2
año	1892	5.18	1.81	0.05	0.1



Medias mensuales:

Gi _m	Irradiación global mensual [kWh/m²]
Gi _d	Irradiación global diaria [kWh/m²]
Di _d	Irradiación difusa diaria [kWh/m²]
Ri _d	Irradiación reflejada diaria [kWh/m²]

Sh_{loss} Pérdidas de irradiación global por sombreado topográfico [%]

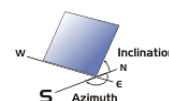
Irradiación global anual media para diferentes tipos de superficie:

	kWh/m²	relativo a la inclinación óptima
Horizontal	1595	84.3%
Con inclinación óptima (36°)	1891	100.0%
Seguimiento a 2 ejes	2447	129.4%
Su opción	1891	100.0%

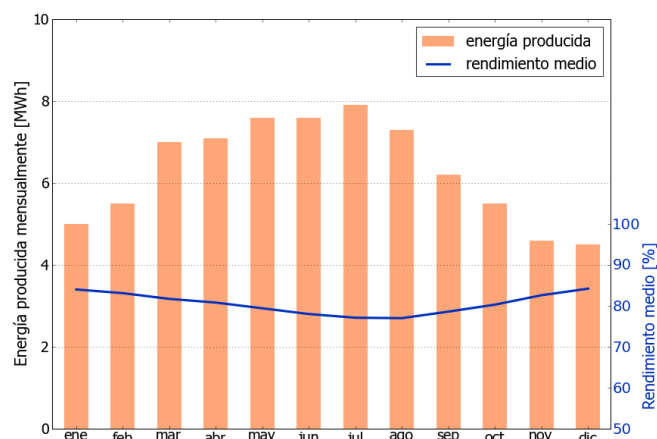
Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.4114°/2.1540°

sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 36°

7. Producción eléctrica FV inicial



Mes	Es _m	Es _d	Et _m	E _{share}	PR
ene	99	3.21	5.0	6.6	84.0
feb	110	3.93	5.5	7.3	83.1
mar	140	4.51	7.0	9.2	81.7
abr	143	4.76	7.1	9.4	80.8
may	152	4.91	7.6	10.0	79.4
jun	152	5.07	7.6	10.0	78.0
jul	158	5.11	7.9	10.4	77.1
ago	146	4.70	7.3	9.6	77.0
sep	124	4.12	6.2	8.1	78.6
oct	111	3.56	5.5	7.3	80.3
nov	93	3.09	4.6	6.1	82.6
dic	89	2.88	4.5	5.9	84.2
año	1516	4.15	75.8	100.0	80.1



Medias mensuales:

Es_m Producción eléctrica específica mensual total [kWh/kWp]
 Es_d Producción eléctrica específica diaria total [kWh/kWp]
 Et_m Producción eléctrica mensual total [MWh]

E_{share} Percentage mensual de producción eléctrica [%]
 PR Rendimiento [%]

8. Pérdidas y rendimiento del sistema

Fase en la conversión de energía	Energía producida [kWh/kWp]	Pérdidas [kWh/kWp]	Pérdidas [%]	Rendimiento	
				[parcial %]	[acumul. %]
1. Irrad. global incidente en la superficie (entrada)	1893	-	-	100.0	100.0
2. Irrad. global reducida por el sombreado topográfico	1891	-2	-0.1	99.9	99.9
3. Irrad. global reducida por la reflectividad	1841	-50	-2.6	97.4	97.3
4. Conversión DC en los módulos	1688	-154	-8.3	91.6	89.1
5. Otras pérdidas DC	1595	-93	-5.5	94.5	84.2
6. Inversores (conversión DC/AC)	1555	-40	-2.5	97.5	82.1
7. Pérdidas en AC en el transformador y el cableado	1532	-23	-1.5	98.5	80.9
8. Disponibilidad reducida	1516	-15	-1.0	99.0	80.1
Rendimiento total del sistema	1516	-377	-19.9	-	80.1

Fases de conversión de la energía y pérdidas asociadas:

1. Se asume una producción inicial bajo condiciones estándar de operación,
2. Reducción de la irradiación global debido a obstrucciones por el horizonte topográfico y otros módulos FV,
3. Proporción de irradiación global que es reflejada por la superficie de los módulos FV (típicamente, cristalinos),
4. Pérdidas en los módulos debido a la conversión de radiación solar en corriente continua (DC); cambio de la eficiencia por desvío de las condiciones estándar de operación,
5. Pérdidas DC: desajuste entre módulos FV, pérdidas de calor en los cables y conexiones, pérdidas debidas a suciedad, nieve, hielo y auto-sombreado de los módulos FV,
6. Este paso considera la eficiencia (Euro) para aproximar las pérdidas promedio en el inversor,
7. Las pérdidas en la sección AC y el transformador (donde sea aplicable) dependen de la arquitectura del sistema,
8. El parámetro de disponibilidad asume pérdidas debido a periodos de inactividad causados por operaciones de mantenimiento o fallos.

Las pérdidas en los pasos 2 y 4 están modeladas numéricamente en pvPlanner. Las pérdidas en los pasos 5 y 8 deben ser calculadas por el usuario. Los modelos de simulación tienen incertidumbres inherentes que no se contemplan en este informe. Si desea evaluar posibles riesgos, puede encontrar información adicional sobre los métodos de simulación empleados y las incertidumbres asociadas en <http://solargis.com/products/pvplanner/>.

Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.4114°/2.1540°
sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 36°

9. Solargis v21a - descripción de la base de datos

Solargis es una base de datos climáticos de alta resolución operada por Solargis s.r.o.. Las capas de información incluyen la radiación solar, la temperatura ambiente y datos del terreno (altura y horizonte).

Temperatura ambiente a 2 m: obtenida a partir de los reanálisis del CFSR (© NOAA NCEP, USA); años: 1994 - 2011; refinado a valores cada 15 minutos. Los datos han sido tratados topográficamente (la resolución de 1 km) para incluir la alta variabilidad espacial del terreno.

Radiación solar: obtenida a partir de los datos atmosféricos y del datos de satélite:

- Meteosat PRIME satélite (© EUMETSAT, Alemania) 1994 - 2015, los valores de 15 minutos o 30 minutos para Europa, África y Oriente Medio,
- Meteosat IODC satélite (© EUMETSAT, Alemania) 1999 - 2015, 30 - valores de minutos para Asia,
- GOES EAST satélite (© NOAA, USA) 1999 - 2015, 30 minutos los valores de América,
- GOES WEST satélite (© NOAA, USA) 1999 - 2015, 30 minutos los valores de América y Pacífico,
- MTSAT satélite (© JMA, Japón) 2007 - 2015, los valores de 30 minutos para el Pacífico,
- MACC-II/CAMS (© ECMWF, UK) 2003 - 2015, los datos atmosféricos,
- GFS (© NOAA, USA), 1994 - 2015, los datos atmosféricos,
- MERRA-2 (© NASA, USA), 1994 - 2002, los datos atmosféricos.

Esta evaluación asume años de 365 días. Ocasionalmente, pueden aparecer errores de redondeo numérico que no son atribuibles a defectos del algoritmo aplicado. Puede consultar información adicional sobre los datos, algoritmos y la incertidumbre aplicados en: <http://solargis.com/products/pvplanner/>.

10. Proveedor del servicio

Solargis s.r.o. , Milana Marečka 3, 84108 Bratislava, Eslovaquia; ID del proveedor: 45 354 766, CIF: SK2022962766; Registro: Registro comercial, Juzgado de Distrito Bratislava I, Sección Sro, Archivo 62765/B

11. Modo de uso

Este informe muestra la estimación de la energía solar en la fase de puesta en marcha de un sistema fotovoltaico. Las estimaciones son lo suficientemente precisas para sistemas FV pequeños y medianos. Para simulaciones con seguidores solares, sólo se presentan opciones teóricas sin considerar 'backtracking' ni sombreado. Para la planificación y financiación de grandes proyectos, es necesaria más información:

1. Distribución estadística e incertidumbre de la radiación solar.
2. Especificación detallada del sistema FV
3. Variabilidad interanual e incertidumbre P90 de la producción FV
4. Ciclo de vida de la producción energética teniendo en cuenta la degradación del rendimiento de los componentes FV. Puede encontrar más información acerca del cálculo completo de la producción FV en: <http://solargis.com/products/pv-yield-assessment-study/>.

12. Responsabilidad e información legal

Dada la naturaleza fluctuante del clima, los cambios inter-anales del mismo, y la incertidumbre en las medidas y los procedimientos de cálculo aplicados, Solargis s.r.o. no puede garantizar totalmente la exactitud de sus datos. No obstante, se ha puesto el máximo empeño en el cálculo preciso de las condiciones climáticas basándose en los mejores datos, software y conocimiento disponibles. Solargis s.r.o. no se responsabiliza de ningún daño ocasionado directa o indirectamente como consecuencia del uso del informe proporcionado.

Este informe es propiedad de © 2016 Solargis s.r.o., todos los derechos reservados.
Solargis® es una marca registrada de Solargis s.r.o.

13. Información de contacto

Este informe ha sido generado por SUNCO ENERGY, S.L., C/Bergueda 1 A-3, 08820, BARCELONA, Spain,
<http://www.suncosystems.com>.

Este documento está firmado electrónicamente por Solargis s.r.o..

EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA

Número del informe: PV-29361-1611-101
Fecha: 10 de noviembre de 2016 11:35 (UTC)

1. Descripción del emplazamiento

Nombre del sitio: Barcelona, España

Coordenadas: **41° 25' 3.8" N, 02° 08' 52.12" E**
Elevación: 174 m
Pendiente: 10°
Orientación: 126° sudeste

Irradiación global anual en plano inclinado: **1881 kWh/m²**
Temperatura ambiente anual a 2 m: **15.5 °C**

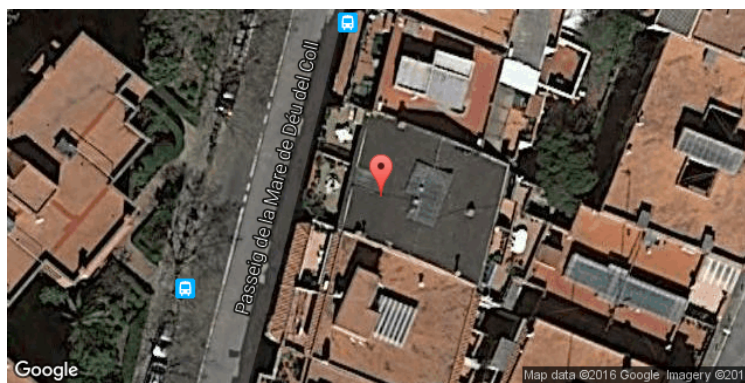
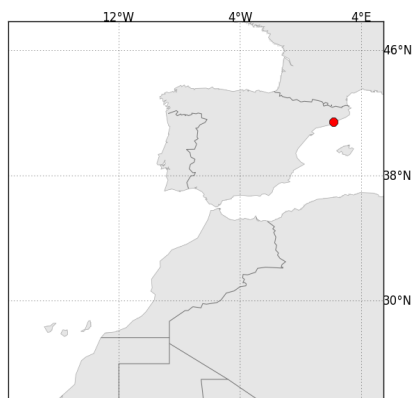
2. Descripción del sistema FV

Potencia instalada: **50.0 kWp**
Tipo de módulos: silicio cristalino (**c-Si**)
Estructura: **estructura fija, sobreelevada**
Orient./Incl.: **180° (sur) / 36°**
Efic. (Euro) inversor: 97.5%
Pérdidas DC/AC: 5.5% / 1.5%
Disponibilidad: 99.0%

Producción eléctrica anual media: **75.4 MWh**
Rendimiento medio: **79.9%**

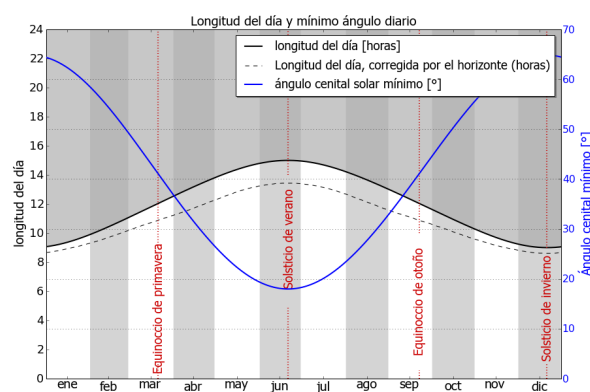
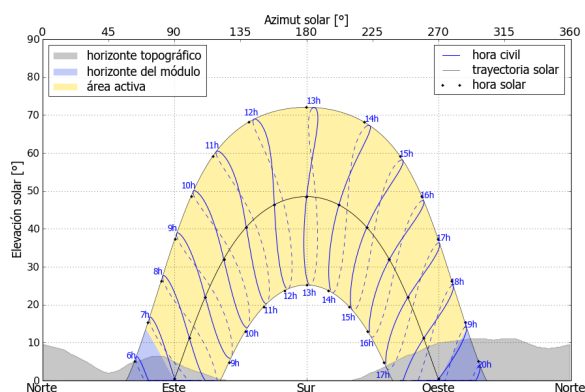
Localización en el mapa: <http://solargis.info/imaps/#tl=Google:satellite&loc=41.4177231853,2.14781105518&z=20>

3. Localización geográfica



Google Maps © 2016 Google

4. Horizonte topográfico y longitud del día



Izquierda: Trayectoria solar anual. El horizonte topográfico (en gris) y el horizonte del módulo (en azul) pueden dar lugar a ocultaciones solares. Los puntos negros muestran el tiempo solar verdadero. Las etiquetas en azul indican la hora civil local.

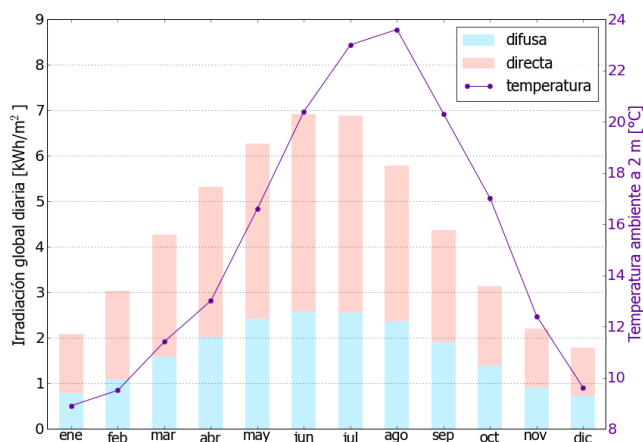
Derecha: Duración del día y ángulo cenital solar a lo largo del año. Si el horizonte local no es nulo, la duración real del día (tiempo en que el Sol está por encima del horizonte local) es menor que la duración astronómica.

Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.4177°/2.1478°

sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 36°

5. Irradiación global horizontal y temperatura ambiente - referencia climática

Mes	Gh _m	Gh _d	Dh _d	T ₂₄
ene	65	2.09	0.79	8.9
feb	85	3.03	1.09	9.5
mar	132	4.26	1.58	11.4
abr	160	5.32	2.02	13.0
may	194	6.26	2.42	16.6
jun	208	6.92	2.58	20.4
jul	213	6.88	2.55	23.0
ago	180	5.79	2.36	23.6
sep	131	4.36	1.90	20.3
oct	98	3.14	1.38	17.0
nov	66	2.20	0.90	12.4
dic	56	1.79	0.72	9.6
año	1586	4.35	1.69	15.5



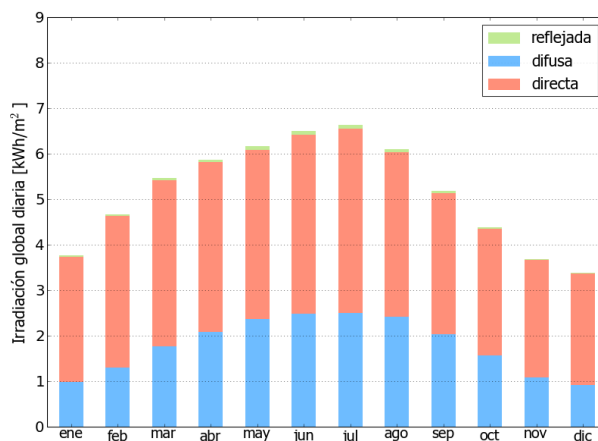
Medias anuales:

Gh _m	Irradiación global mensual [kWh/m²]
Gh _d	Irradiación global diaria [kWh/m²]
Dh _d	Irradiación difusa diaria [kWh/m²]
T ₂₄	Temperatura ambiente diaria (diurna) [°C]

6. Irradiación global en plano inclinado

Superficie fija, azimut 180° (sur), inclinación. 36°

Mes	Gi _m	Gi _d	Di _d	Ri _d	Sh _{loss}
ene	117	3.76	0.99	0.02	0.9
feb	131	4.67	1.30	0.04	0.8
mar	170	5.47	1.76	0.05	0.4
abr	176	5.87	2.09	0.06	0.1
may	191	6.16	2.37	0.07	0.1
jun	195	6.50	2.48	0.08	0.1
jul	206	6.63	2.50	0.08	0.1
ago	189	6.10	2.41	0.07	0.1
sep	156	5.19	2.03	0.05	0.5
oct	136	4.39	1.57	0.04	0.6
nov	111	3.69	1.09	0.03	0.9
dic	105	3.38	0.92	0.02	0.8
año	1881	5.15	1.80	0.05	0.4



Medias mensuales:

Gi _m	Irradiación global mensual [kWh/m²]
Gi _d	Irradiación global diaria [kWh/m²]
Di _d	Irradiación difusa diaria [kWh/m²]
Ri _d	Irradiación reflejada diaria [kWh/m²]

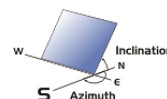
Sh_{loss} Pérdidas de irradiación global por sombreado topográfico [%]

Irradiación global anual media para diferentes tipos de superficie:

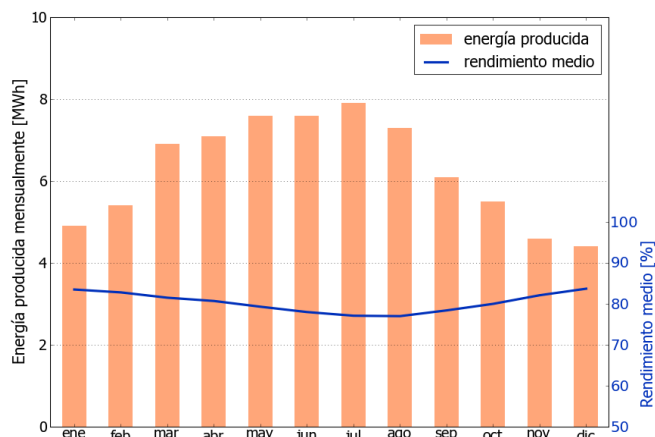
	kWh/m²	relativo a la inclinación óptima
Horizontal	1586	84.3%
Con inclinación óptima (36°)	1881	100.0%
Seguimiento a 2 ejes	2398	127.5%
Su opción	1881	100.0%

Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.4177°/2.1478°
sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 36°

7. Producción eléctrica FV inicial



Mes	Es _m	Es _d	Et _m	E _{share}	PR
ene	98	3.17	4.9	6.5	83.5
feb	109	3.89	5.4	7.2	82.8
mar	139	4.48	6.9	9.2	81.5
abr	142	4.75	7.1	9.4	80.7
may	152	4.89	7.6	10.1	79.3
jun	152	5.07	7.6	10.1	78.0
jul	159	5.11	7.9	10.5	77.1
ago	146	4.70	7.3	9.7	77.0
sep	123	4.09	6.1	8.1	78.4
oct	110	3.54	5.5	7.3	80.0
nov	92	3.05	4.6	6.1	82.1
dic	88	2.85	4.4	5.9	83.7
año	1509	4.13	75.4	100.0	79.9



Medias mensuales:

Es_m Producción eléctrica específica mensual total [kWh/kWp]
Es_d Producción eléctrica específica diaria total [kWh/kWp]
Et_m Producción eléctrica mensual total [MWh]

E_{share} Percentage mensual de producción eléctrica [%]
PR Rendimiento [%]

8. Pérdidas y rendimiento del sistema

Fase en la conversión de energía	Energía producida [kWh/kWp]	Pérdidas [kWh/kWp]	Pérdidas [%]	Rendimiento [parcial %]	Rendimiento [acumul. %]
1. Irrad. global incidente en la superficie (entrada)	1888	-	-	100.0	100.0
2. Irrad. global reducida por el sombreado topográfico	1881	-7	-0.4	99.6	99.6
3. Irrad. global reducida por la reflectividad	1832	-49	-2.6	97.4	97.0
4. Conversión DC en los módulos	1679	-153	-8.3	91.7	88.9
5. Otras pérdidas DC	1587	-92	-5.5	94.5	84.0
6. Inversores (conversión DC/AC)	1547	-40	-2.5	97.5	81.9
7. Pérdidas en AC en el transformador y el cableado	1524	-23	-1.5	98.5	80.7
8. Disponibilidad reducida	1509	-15	-1.0	99.0	79.9
Rendimiento total del sistema	1509	-379	-20.1	-	79.9

Fases de conversión de la energía y pérdidas asociadas:

1. Se asume una producción inicial bajo condiciones estándar de operación,
2. Reducción de la irradiación global debido a obstrucciones por el horizonte topográfico y otros módulos FV,
3. Proporción de irradiación global que es reflejada por la superficie de los módulos FV (típicamente, cristalinos),
4. Pérdidas en los módulos debido a la conversión de radiación solar en corriente continua (DC); cambio de la eficiencia por desvío de las condiciones estándar de operación,
5. Pérdidas DC: desajuste entre módulos FV, pérdidas de calor en los cables y conexiones, pérdidas debidas a suciedad, nieve, hielo y auto-sombreado de los módulos FV,
6. Este paso considera la eficiencia (Euro) para aproximar las pérdidas promedio en el inversor,
7. Las pérdidas en la sección AC y el transformador (donde sea aplicable) dependen de la arquitectura del sistema,
8. El parámetro de disponibilidad asume pérdidas debido a periodos de inactividad causados por operaciones de mantenimiento o fallos.

Las pérdidas en los pasos 2 y 4 están modeladas numéricamente en pvPlanner. Las pérdidas en los pasos 5 y 8 deben ser calculadas por el usuario. Los modelos de simulación tienen incertidumbres inherentes que no se contemplan en este informe. Si desea evaluar posibles riesgos, puede encontrar información adicional sobre los métodos de simulación empleados y las incertidumbres asociadas en <http://solargis.com/products/pvplanner/>.

Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.4177°/2.1478°
sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 36°

9. Solargis v21a - descripción de la base de datos

Solargis es una base de datos climáticos de alta resolución operada por Solargis s.r.o.. Las capas de información incluyen la radiación solar, la temperatura ambiente y datos del terreno (altura y horizonte).

Temperatura ambiente a 2 m: obtenida a partir de los reanálisis del CFSR (© NOAA NCEP, USA); años: 1994 - 2011; refinado a valores cada 15 minutos. Los datos han sido tratados topográficamente (la resolución de 1 km) para incluir la alta variabilidad espacial del terreno.

Radiación solar: obtenida a partir de los datos atmosféricos y del datos de satélite:

- Meteosat PRIME satélite (© EUMETSAT, Alemania) 1994 - 2015, los valores de 15 minutos o 30 minutos para Europa, África y Oriente Medio,
- Meteosat IODC satélite (© EUMETSAT, Alemania) 1999 - 2015, 30 - valores de minutos para Asia,
- GOES EAST satélite (© NOAA, USA) 1999 - 2015, 30 minutos los valores de América,
- GOES WEST satélite (© NOAA, USA) 1999 - 2015, 30 minutos los valores de América y Pacífico,
- MTSAT satélite (© JMA, Japón) 2007 - 2015, los valores de 30 minutos para el Pacífico,
- MACC-II/CAMS (© ECMWF, UK) 2003 - 2015, los datos atmosféricos,
- GFS (© NOAA, USA), 1994 - 2015, los datos atmosféricos,
- MERRA-2 (© NASA, USA), 1994 - 2002, los datos atmosféricos.

Esta evaluación asume años de 365 días. Ocasionalmente, pueden aparecer errores de redondeo numérico que no son atribuibles a defectos del algoritmo aplicado. Puede consultar información adicional sobre los datos, algoritmos y la incertidumbre aplicados en: <http://solargis.com/products/pvplanner/>.

10. Proveedor del servicio

Solargis s.r.o. , Milana Marečka 3, 84108 Bratislava, Eslovaquia; ID del proveedor: 45 354 766, CIF: SK2022962766; Registro: Registro comercial, Juzgado de Distrito Bratislava I, Sección Sro, Archivo 62765/B

11. Modo de uso

Este informe muestra la estimación de la energía solar en la fase de puesta en marcha de un sistema fotovoltaico. Las estimaciones son lo suficientemente precisas para sistemas FV pequeños y medianos. Para simulaciones con seguidores solares, sólo se presentan opciones teóricas sin considerar 'backtracking' ni sombreado. Para la planificación y financiación de grandes proyectos, es necesaria más información:

1. Distribución estadística e incertidumbre de la radiación solar.
2. Especificación detallada del sistema FV
3. Variabilidad interanual e incertidumbre P90 de la producción FV
4. Ciclo de vida de la producción energética teniendo en cuenta la degradación del rendimiento de los componentes FV. Puede encontrar más información acerca del cálculo completo de la producción FV en: <http://solargis.com/products/pv-yield-assessment-study/>.

12. Responsabilidad e información legal

Dada la naturaleza fluctuante del clima, los cambios inter-anales del mismo, y la incertidumbre en las medidas y los procedimientos de cálculo aplicados, Solargis s.r.o. no puede garantizar totalmente la exactitud de sus datos. No obstante, se ha puesto el máximo empeño en el cálculo preciso de las condiciones climáticas basándose en los mejores datos, software y conocimiento disponibles. Solargis s.r.o. no se responsabiliza de ningún daño ocasionado directa o indirectamente como consecuencia del uso del informe proporcionado.

Este informe es propiedad de © 2016 Solargis s.r.o., todos los derechos reservados.
Solargis® es una marca registrada de Solargis s.r.o.

13. Información de contacto

Este informe ha sido generado por SUNCO ENERGY, S.L., C/Bergueda 1 A-3, 08820, BARCELONA, Spain,
<http://www.suncosystems.com>.

Este documento está firmado electrónicamente por Solargis s.r.o..

EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA

Número del informe: PV-29361-1611-113
Fecha: 10 de noviembre de 2016 11:40 (UTC)

1. Descripción del emplazamiento

Nombre del sitio: Barcelona, España

Coordenadas: **41° 25' 3.25" N, 02° 08' 14.34" E**
Elevación: 184 m
Pendiente: 5°
Orientación: 134° sudeste

Irradiación global anual en plano inclinado: **1880 kWh/m²**
Temperatura ambiente anual a 2 m: **15.4 °C**

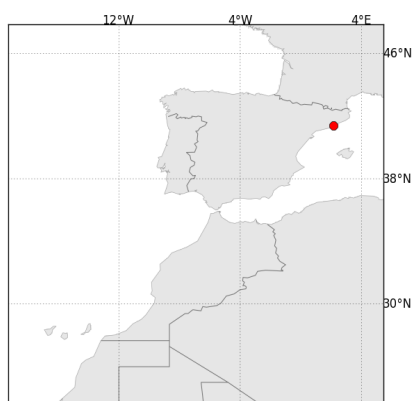
2. Descripción del sistema FV

Potencia instalada: **50.0 kWp**
Tipo de módulos: silicio cristalino (**c-Si**)
Estructura: **estructura fija, sobreelevada**
Orient./Incl.: **180° (sur) / 36°**
Efic. (Euro) inversor: 97.5%
Pérdidas DC/AC: 5.5% / 1.5%
Disponibilidad: 99.0%

Producción eléctrica anual media: **75.4 MWh**
Rendimiento medio: **79.9%**

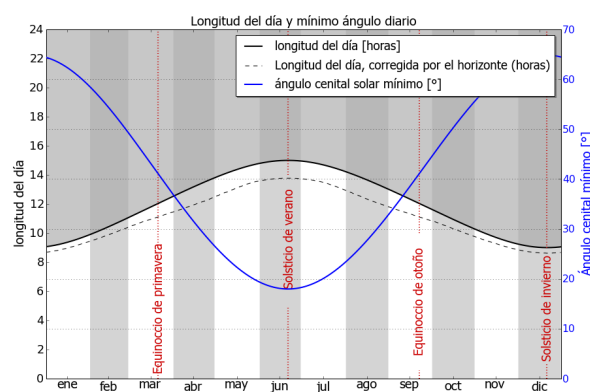
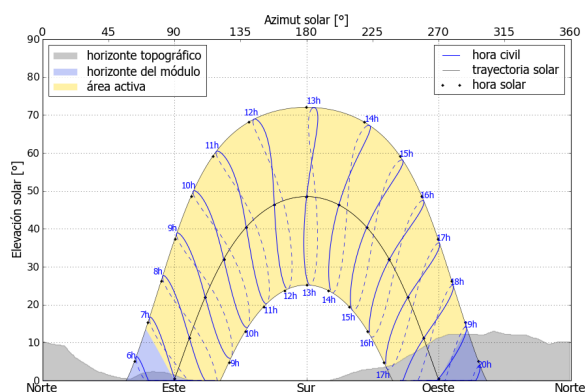
Localización en el mapa: <http://solargis.info/imaps/#tl=Google:satellite&loc=41.417569579,2.13731557131&z=19>

3. Localización geográfica



Google Maps © 2016 Google

4. Horizonte topográfico y longitud del día



Izquierda: Trayectoria solar anual. El horizonte topográfico (en gris) y el horizonte del módulo (en azul) pueden dar lugar a ocultaciones solares. Los puntos negros muestran el tiempo solar verdadero. Las etiquetas en azul indican la hora civil local.

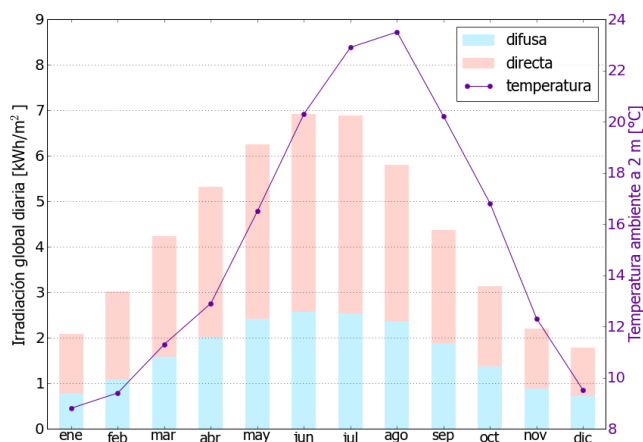
Derecha: Duración del día y ángulo cenital solar a lo largo del año. Si el horizonte local no es nulo, la duración real del día (tiempo en que el Sol está por encima del horizonte local) es menor que la duración astronómica.

Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.4176°/2.1373°

sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 36°

5. Irradiación global horizontal y temperatura ambiente - referencia climática

Mes	Gh _m	Gh _d	Dh _d	T ₂₄
ene	65	2.09	0.78	8.8
feb	85	3.02	1.08	9.4
mar	132	4.24	1.58	11.3
abr	160	5.32	2.01	12.9
may	194	6.25	2.42	16.5
jun	208	6.92	2.57	20.3
jul	213	6.88	2.54	22.9
ago	180	5.80	2.36	23.5
sep	131	4.36	1.89	20.2
oct	97	3.14	1.37	16.8
nov	66	2.20	0.89	12.3
dic	56	1.79	0.72	9.5
año	1585	4.34	1.69	15.4



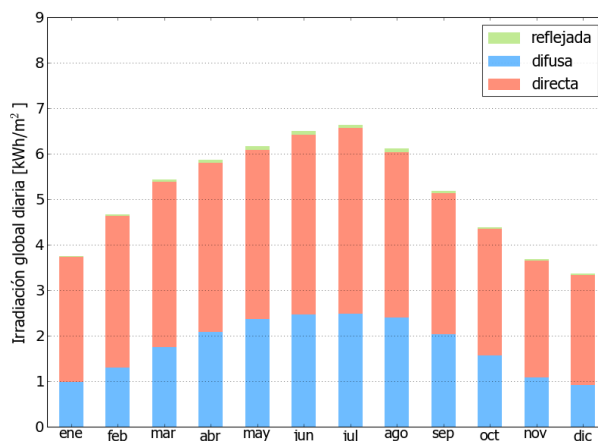
Medias anuales:

Gh _m	Irradiación global mensual [kWh/m²]
Gh _d	Irradiación global diaria [kWh/m²]
Dh _d	Irradiación difusa diaria [kWh/m²]
T ₂₄	Temperatura ambiente diaria (diurna) [°C]

6. Irradiación global en plano inclinado

Superficie fija, azimut 180° (sur), inclinación. 36°

Mes	Gi _m	Gi _d	Di _d	Ri _d	Sh _{loss}
ene	117	3.75	0.98	0.02	0.9
feb	131	4.67	1.30	0.04	0.8
mar	169	5.44	1.75	0.05	0.8
abr	176	5.86	2.09	0.06	0.2
may	191	6.16	2.37	0.07	0.1
jun	195	6.50	2.47	0.08	0.1
jul	206	6.64	2.49	0.08	0.0
ago	189	6.11	2.40	0.07	0.1
sep	156	5.19	2.03	0.05	0.5
oct	136	4.39	1.57	0.04	0.7
nov	110	3.68	1.09	0.03	0.9
dic	105	3.36	0.91	0.02	0.9
año	1880	5.15	1.79	0.05	0.4



Medias mensuales:

Gi _m	Irradiación global mensual [kWh/m²]
Gi _d	Irradiación global diaria [kWh/m²]
Di _d	Irradiación difusa diaria [kWh/m²]
Ri _d	Irradiación reflejada diaria [kWh/m²]

Sh_{loss} Pérdidas de irradiación global por sombreado topográfico [%]

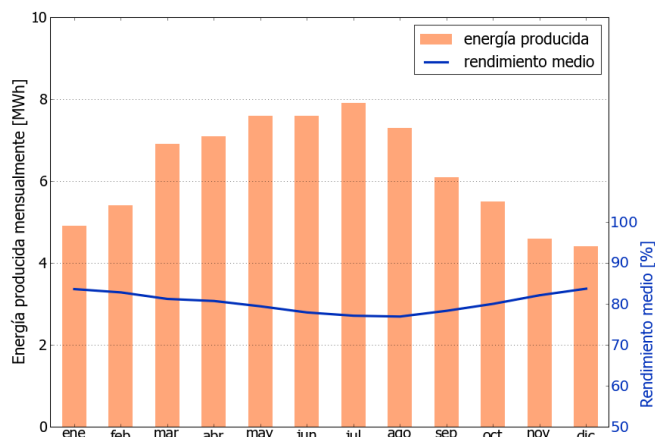
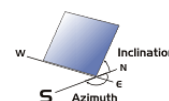
Irradiación global anual media para diferentes tipos de superficie:

	kWh/m²	relativo a la inclinación óptima
Horizontal	1584	84.3%
Con inclinación óptima (36°)	1880	100.0%
Seguimiento a 2 ejes	2391	127.2%
Su opción	1880	100.0%

Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.4176°/2.1373°
sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 36°

7. Producción eléctrica FV inicial

Mes	Es _m	Es _d	Et _m	E _{share}	PR
ene	98	3.17	4.9	6.5	83.6
feb	109	3.89	5.4	7.2	82.8
mar	138	4.46	6.9	9.2	81.2
abr	142	4.74	7.1	9.4	80.7
may	152	4.89	7.6	10.1	79.4
jun	152	5.07	7.6	10.1	77.9
jul	159	5.12	7.9	10.5	77.1
ago	146	4.70	7.3	9.7	76.9
sep	123	4.09	6.1	8.1	78.3
oct	110	3.53	5.5	7.3	80.0
nov	92	3.05	4.6	6.1	82.1
dic	88	2.85	4.4	5.8	83.7
año	1508	4.13	75.4	100.0	79.9



Medias mensuales:

Es_m Producción eléctrica específica mensual total [kWh/kWp]
Es_d Producción eléctrica específica diaria total [kWh/kWp]
Et_m Producción eléctrica mensual total [MWh]

E_{share} Porcentaje mensual de producción eléctrica [%]
PR Rendimiento [%]

8. Pérdidas y rendimiento del sistema

Fase en la conversión de energía	Energía producida [kWh/kWp]	Pérdidas [kWh/kWp]	Pérdidas [%]	Rendimiento [parcial %]	Rendimiento [acumul. %]
1. Irrad. global incidente en la superficie (entrada)	1888	-	-	100.0	100.0
2. Irrad. global reducida por el sombreado topográfico	1880	-8	-0.4	99.6	99.6
3. Irrad. global reducida por la reflectividad	1831	-49	-2.6	97.4	97.0
4. Conversión DC en los módulos	1679	-152	-8.3	91.7	88.9
5. Otras pérdidas DC	1586	-92	-5.5	94.5	84.0
6. Inversores (conversión DC/AC)	1547	-40	-2.5	97.5	81.9
7. Pérdidas en AC en el transformador y el cableado	1523	-23	-1.5	98.5	80.7
8. Disponibilidad reducida	1508	-15	-1.0	99.0	79.9
Rendimiento total del sistema	1508	-380	-20.1	-	79.9

Fases de conversión de la energía y pérdidas asociadas:

- Se asume una producción inicial bajo condiciones estándar de operación,
- Reducción de la irradiación global debido a obstrucciones por el horizonte topográfico y otros módulos FV,
- Proporción de irradiación global que es reflejada por la superficie de los módulos FV (típicamente, cristalinos),
- Pérdidas en los módulos debido a la conversión de radiación solar en corriente continua (DC); cambio de la eficiencia por desvío de las condiciones estándar de operación,
- Pérdidas DC: desajuste entre módulos FV, pérdidas de calor en los cables y conexiones, pérdidas debidas a suciedad, nieve, hielo y auto-sombreado de los módulos FV,
- Este paso considera la eficiencia (Euro) para aproximar las pérdidas promedio en el inversor,
- Las pérdidas en la sección AC y el transformador (donde sea aplicable) dependen de la arquitectura del sistema,
- El parámetro de disponibilidad asume pérdidas debido a periodos de inactividad causados por operaciones de mantenimiento o fallos.

Las pérdidas en los pasos 2 y 4 están modeladas numéricamente en pvPlanner. Las pérdidas en los pasos 5 y 8 deben ser calculadas por el usuario. Los modelos de simulación tienen incertidumbres inherentes que no se contemplan en este informe. Si desea evaluar posibles riesgos, puede encontrar información adicional sobre los métodos de simulación empleados y las incertidumbres asociadas en <http://solargis.com/products/pvplanner/>.

Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.4176°/2.1373°
sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 36°

9. Solargis v21a - descripción de la base de datos

Solargis es una base de datos climáticos de alta resolución operada por Solargis s.r.o.. Las capas de información incluyen la radiación solar, la temperatura ambiente y datos del terreno (altura y horizonte).

Temperatura ambiente a 2 m: obtenida a partir de los reanálisis del CFSR (© NOAA NCEP, USA); años: 1994 - 2011; refinado a valores cada 15 minutos. Los datos han sido tratados topográficamente (la resolución de 1 km) para incluir la alta variabilidad espacial del terreno.

Radiación solar: obtenida a partir de los datos atmosféricos y del datos de satélite:

- Meteosat PRIME satélite (© EUMETSAT, Alemania) 1994 - 2015, los valores de 15 minutos o 30 minutos para Europa, África y Oriente Medio,
- Meteosat IODC satélite (© EUMETSAT, Alemania) 1999 - 2015, 30 - valores de minutos para Asia,
- GOES EAST satélite (© NOAA, USA) 1999 - 2015, 30 minutos los valores de América,
- GOES WEST satélite (© NOAA, USA) 1999 - 2015, 30 minutos los valores de América y Pacífico,
- MTSAT satélite (© JMA, Japón) 2007 - 2015, los valores de 30 minutos para el Pacífico,
- MACC-II/CAMS (© ECMWF, UK) 2003 - 2015, los datos atmosféricos,
- GFS (© NOAA, USA), 1994 - 2015, los datos atmosféricos,
- MERRA-2 (© NASA, USA), 1994 - 2002, los datos atmosféricos.

Esta evaluación asume años de 365 días. Ocasionalmente, pueden aparecer errores de redondeo numérico que no son atribuibles a defectos del algoritmo aplicado. Puede consultar información adicional sobre los datos, algoritmos y la incertidumbre aplicados en: <http://solargis.com/products/pvplanner/>.

10. Proveedor del servicio

Solargis s.r.o. , Milana Marečka 3, 84108 Bratislava, Eslovaquia; ID del proveedor: 45 354 766, CIF: SK2022962766; Registro: Registro comercial, Juzgado de Distrito Bratislava I, Sección Sro, Archivo 62765/B

11. Modo de uso

Este informe muestra la estimación de la energía solar en la fase de puesta en marcha de un sistema fotovoltaico. Las estimaciones son lo suficientemente precisas para sistemas FV pequeños y medianos. Para simulaciones con seguidores solares, sólo se presentan opciones teóricas sin considerar 'backtracking' ni sombreado. Para la planificación y financiación de grandes proyectos, es necesaria más información:

1. Distribución estadística e incertidumbre de la radiación solar.
2. Especificación detallada del sistema FV
3. Variabilidad interanual e incertidumbre P90 de la producción FV
4. Ciclo de vida de la producción energética teniendo en cuenta la degradación del rendimiento de los componentes FV. Puede encontrar más información acerca del cálculo completo de la producción FV en: <http://solargis.com/products/pv-yield-assessment-study/>.

12. Responsabilidad e información legal

Dada la naturaleza fluctuante del clima, los cambios inter- anuales del mismo, y la incertidumbre en las medidas y los procedimientos de cálculo aplicados, Solargis s.r.o. no puede garantizar totalmente la exactitud de sus datos. No obstante, se ha puesto el máximo empeño en el cálculo preciso de las condiciones climáticas basándose en los mejores datos, software y conocimiento disponibles. Solargis s.r.o. no se responsabiliza de ningún daño ocasionado directa o indirectamente como consecuencia del uso del informe proporcionado.

Este informe es propiedad de © 2016 Solargis s.r.o., todos los derechos reservados.
Solargis® es una marca registrada de Solargis s.r.o.

13. Información de contacto

Este informe ha sido generado por SUNCO ENERGY, S.L., C/Bergueda 1 A-3, 08820, BARCELONA, Spain,
<http://www.suncosystems.com>.

Este documento está firmado electrónicamente por Solargis s.r.o..

EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA

Número del informe: PV-29361-1611-620
 Fecha: 17 de noviembre de 2016 09:48 (UTC)

1. Descripción del emplazamiento

Nombre del sitio: Barcelona, España

Coordenadas: **41° 26' 11.55" N, 02° 09' 28.24" E**
 Elevación: 116 m
 Pendiente: 3°
 Orientación: 114° sudeste

Irradiación global anual en plano inclinado: **1890 kWh/m²**
 Temperatura ambiente anual a 2 m: **15.7 °C**

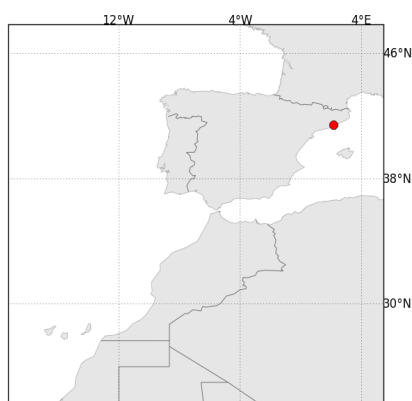
2. Descripción del sistema FV

Potencia instalada: **50.0 kWp**
 Tipo de módulos: silicio cristalino (**c-Si**)
 Estructura: **estructura fija, sobreelevada**
 Orient./Incl.: **180° (sur) / 36°**
 Efic. (Euro) inversor: 97.5%
 Pérdidas DC/AC: 5.5% / 1.5%
 Disponibilidad: 99.0%

Producción eléctrica anual media: **75.7 MWh**
 Rendimiento medio: **79.7%**

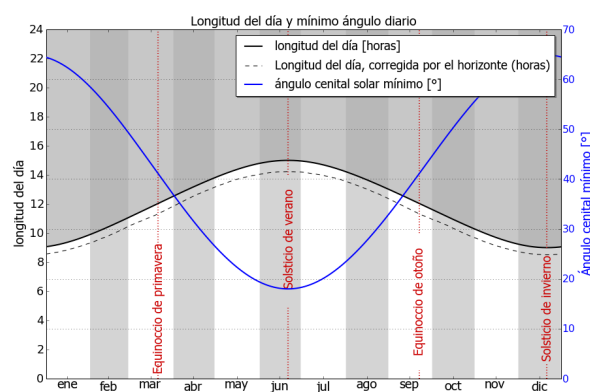
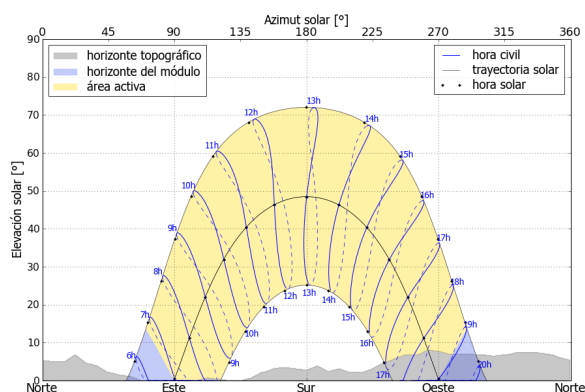
Localización en el mapa: <http://solargis.info/imaps/#tl=Google:satellite&loc=41.4365428948,2.15784519911&z=19>

3. Localización geográfica



Google Maps © 2016 Google

4. Horizonte topográfico y longitud del día



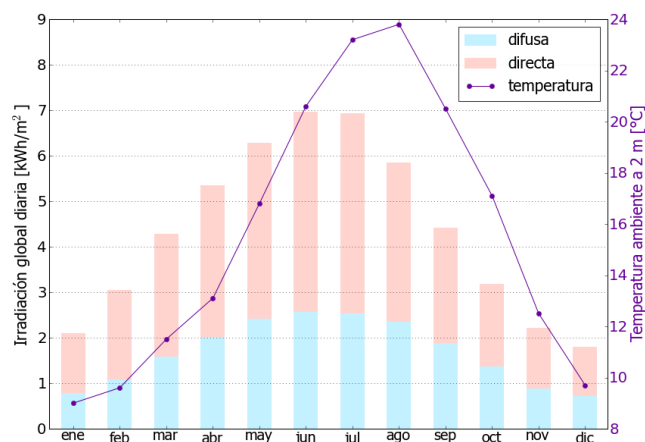
Izquierda: Trayectoria solar anual. El horizonte topográfico (en gris) y el horizonte del módulo (en azul) pueden dar lugar a ocultaciones solares. Los puntos negros muestran el tiempo solar verdadero. Las etiquetas en azul indican la hora civil local.

Derecha: Duración del día y ángulo cenital solar a lo largo del año. Si el horizonte local no es nulo, la duración real del día (tiempo en que el Sol está por encima del horizonte local) es menor que la duración astronómica.

Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.4365°/2.1578°
sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 36°

5. Irradiación global horizontal y temperatura ambiente - referencia climática

Mes	Gh _m	Gh _d	Dh _d	T ₂₄
ene	65	2.10	0.78	9.0
feb	85	3.05	1.08	9.6
mar	133	4.29	1.58	11.5
abr	161	5.35	2.01	13.1
may	195	6.29	2.42	16.8
jun	209	6.96	2.57	20.6
jul	215	6.94	2.53	23.2
ago	181	5.85	2.35	23.8
sep	133	4.42	1.88	20.5
oct	99	3.18	1.37	17.1
nov	66	2.21	0.89	12.5
dic	56	1.80	0.71	9.7
año	1598	4.38	1.68	15.7



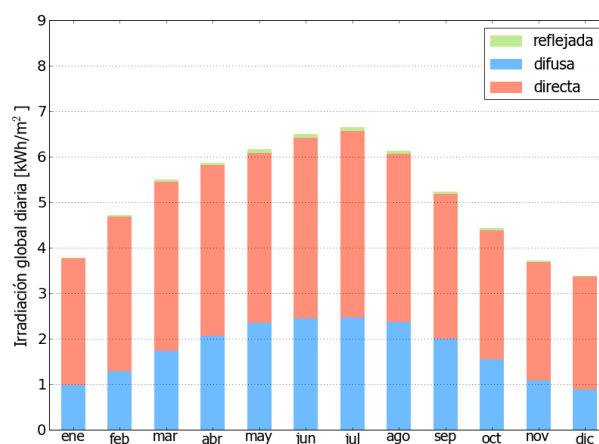
Medias anuales:

Gh_m Irradiación global mensual [kWh/m²]
Gh_d Irradiación global diaria [kWh/m²]
Dh_d Irradiación difusa diaria [kWh/m²]
T₂₄ Temperatura ambiente diaria (diurna) [°C]

6. Irradiación global en plano inclinado

Superficie fija, azimut 180° (sur), inclinación. 36°

Mes	Gi _m	Gi _d	Di _d	Ri _d	Sh _{loss}
ene	118	3.79	0.98	0.02	0.5
feb	132	4.72	1.29	0.04	0.5
mar	171	5.50	1.74	0.05	0.5
abr	176	5.87	2.07	0.06	0.5
may	191	6.16	2.35	0.07	0.6
jun	195	6.50	2.45	0.08	0.5
jul	206	6.65	2.46	0.08	0.5
ago	190	6.13	2.37	0.07	0.5
sep	157	5.24	2.00	0.05	0.6
oct	137	4.43	1.55	0.04	0.6
nov	111	3.72	1.08	0.03	0.5
dic	105	3.38	0.89	0.02	0.8
año	1890	5.18	1.77	0.05	0.5



Medias mensuales:

Gi_m Irradiación global mensual [kWh/m²]
Gi_d Irradiación global diaria [kWh/m²]
Di_d Irradiación difusa diaria [kWh/m²]
Ri_d Irradiación reflejada diaria [kWh/m²]

Sh_{loss} Pérdidas de irradiación global por sombreado topográfico [%]

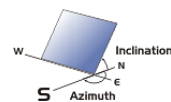
Irradiación global anual media para diferentes tipos de superficie:

	kWh/m²	relativo a la inclinación óptima
Horizontal	1598	84.5%
Con inclinación óptima (36°)	1890	100.0%
Seguimiento a 2 ejes	2446	129.4%
Su opción	1890	100.0%

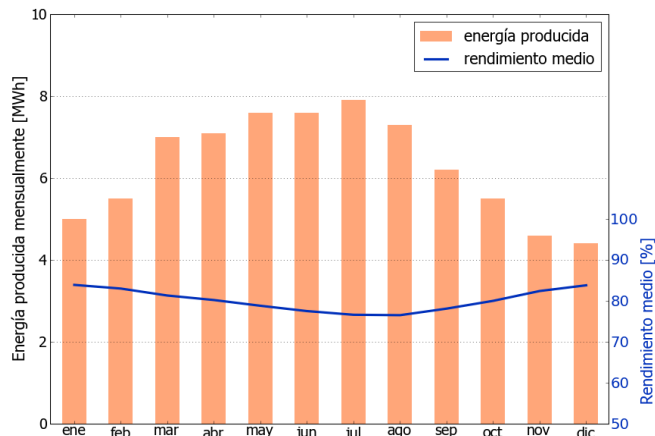
Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.4365°/2.1578°

sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 36°

7. Producción eléctrica FV inicial



Mes	Es _m	Es _d	Et _m	E _{share}	PR
ene	99	3.20	5.0	6.6	83.9
feb	110	3.93	5.5	7.3	83.0
mar	140	4.50	7.0	9.2	81.3
abr	142	4.74	7.1	9.4	80.2
may	151	4.88	7.6	10.0	78.8
jun	152	5.06	7.6	10.0	77.5
jul	159	5.12	7.9	10.5	76.6
ago	146	4.71	7.3	9.7	76.5
sep	124	4.12	6.2	8.2	78.1
oct	110	3.56	5.5	7.3	80.0
nov	92	3.08	4.6	6.1	82.4
dic	89	2.86	4.4	5.9	83.8
año	1514	4.15	75.7	100.0	79.7



Medias mensuales:

Es_m Producción eléctrica específica mensual total [kWh/kWp]
 Es_d Producción eléctrica específica diaria total [kWh/kWp]
 Et_m Producción eléctrica mensual total [MWh]

E_{share} Percentage mensual de producción eléctrica [%]
 PR Rendimiento [%]

8. Pérdidas y rendimiento del sistema

Fase en la conversión de energía	Energía producida [kWh/kWp]	Pérdidas [kWh/kWp]	Pérdidas [%]	Rendimiento	
				[parcial %]	[acumul. %]
1. Irrad. global incidente en la superficie (entrada)	1900	-	-	100.0	100.0
2. Irrad. global reducida por el sombreado topográfico	1890	-10	-0.5	99.5	99.5
3. Irrad. global reducida por la reflectividad	1840	-50	-2.6	97.4	96.9
4. Conversión DC en los módulos	1685	-155	-8.4	91.6	88.7
5. Otras pérdidas DC	1592	-93	-5.5	94.5	83.8
6. Inversores (conversión DC/AC)	1553	-40	-2.5	97.5	81.7
7. Pérdidas en AC en el transformador y el cableado	1529	-23	-1.5	98.5	80.5
8. Disponibilidad reducida	1514	-15	-1.0	99.0	79.7
Rendimiento total del sistema	1514	-386	-20.3	-	79.7

Fases de conversión de la energía y pérdidas asociadas:

1. Se asume una producción inicial bajo condiciones estándar de operación,
2. Reducción de la irradiación global debido a obstrucciones por el horizonte topográfico y otros módulos FV,
3. Proporción de irradiación global que es reflejada por la superficie de los módulos FV (típicamente, cristalinos),
4. Pérdidas en los módulos debido a la conversión de radiación solar en corriente continua (DC); cambio de la eficiencia por desvío de las condiciones estándar de operación,
5. Pérdidas DC: desajuste entre módulos FV, pérdidas de calor en los cables y conexiones, pérdidas debidas a suciedad, nieve, hielo y auto-sombreado de los módulos FV,
6. Este paso considera la eficiencia (Euro) para aproximar las pérdidas promedio en el inversor,
7. Las pérdidas en la sección AC y el transformador (donde sea aplicable) dependen de la arquitectura del sistema,
8. El parámetro de disponibilidad asume pérdidas debido a periodos de inactividad causados por operaciones de mantenimiento o fallos.

Las pérdidas en los pasos 2 y 4 están modeladas numéricamente en pvPlanner. Las pérdidas en los pasos 5 y 8 deben ser calculadas por el usuario. Los modelos de simulación tienen incertidumbres inherentes que no se contemplan en este informe. Si desea evaluar posibles riesgos, puede encontrar información adicional sobre los métodos de simulación empleados y las incertidumbres asociadas en <http://solargis.com/products/pvplanner/>.

Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.4365°/2.1578°
sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 36°

9. Solargis v21a - descripción de la base de datos

Solargis es una base de datos climáticos de alta resolución operada por Solargis s.r.o.. Las capas de información incluyen la radiación solar, la temperatura ambiente y datos del terreno (altura y horizonte).

Temperatura ambiente a 2 m: obtenida a partir de los reanálisis del CFSR (© NOAA NCEP, USA); años: 1994 - 2011; refinado a valores cada 15 minutos. Los datos han sido tratados topográficamente (la resolución de 1 km) para incluir la alta variabilidad espacial del terreno.

Radiación solar: obtenida a partir de los datos atmosféricos y del datos de satélite:

- Meteosat PRIME satélite (© EUMETSAT, Alemania) 1994 - 2015, los valores de 15 minutos o 30 minutos para Europa, África y Oriente Medio,
- Meteosat IODC satélite (© EUMETSAT, Alemania) 1999 - 2015, 30 - valores de minutos para Asia,
- GOES EAST satélite (© NOAA, USA) 1999 - 2015, 30 minutos los valores de América,
- GOES WEST satélite (© NOAA, USA) 1999 - 2015, 30 minutos los valores de América y Pacífico,
- MTSAT satélite (© JMA, Japón) 2007 - 2015, los valores de 30 minutos para el Pacífico,
- MACC-II/CAMS (© ECMWF, UK) 2003 - 2015, los datos atmosféricos,
- GFS (© NOAA, USA), 1994 - 2015, los datos atmosféricos,
- MERRA-2 (© NASA, USA), 1994 - 2002, los datos atmosféricos.

Esta evaluación asume años de 365 días. Ocasionalmente, pueden aparecer errores de redondeo numérico que no son atribuibles a defectos del algoritmo aplicado. Puede consultar información adicional sobre los datos, algoritmos y la incertidumbre aplicados en: <http://solargis.com/products/pvplanner/>.

10. Proveedor del servicio

Solargis s.r.o. , Milana Marečka 3, 84108 Bratislava, Eslovaquia; ID del proveedor: 45 354 766, CIF: SK2022962766; Registro: Registro comercial, Juzgado de Distrito Bratislava I, Sección Sro, Archivo 62765/B

11. Modo de uso

Este informe muestra la estimación de la energía solar en la fase de puesta en marcha de un sistema fotovoltaico. Las estimaciones son lo suficientemente precisas para sistemas FV pequeños y medianos. Para simulaciones con seguidores solares, sólo se presentan opciones teóricas sin considerar 'backtracking' ni sombreado. Para la planificación y financiación de grandes proyectos, es necesaria más información:

1. Distribución estadística e incertidumbre de la radiación solar.
2. Especificación detallada del sistema FV
3. Variabilidad interanual e incertidumbre P90 de la producción FV
4. Ciclo de vida de la producción energética teniendo en cuenta la degradación del rendimiento de los componentes FV. Puede encontrar más información acerca del cálculo completo de la producción FV en: <http://solargis.com/products/pv-yield-assessment-study/>.

12. Responsabilidad e información legal

Dada la naturaleza fluctuante del clima, los cambios inter-anales del mismo, y la incertidumbre en las medidas y los procedimientos de cálculo aplicados, Solargis s.r.o. no puede garantizar totalmente la exactitud de sus datos. No obstante, se ha puesto el máximo empeño en el cálculo preciso de las condiciones climáticas basándose en los mejores datos, software y conocimiento disponibles. Solargis s.r.o. no se responsabiliza de ningún daño ocasionado directa o indirectamente como consecuencia del uso del informe proporcionado.

Este informe es propiedad de © 2016 Solargis s.r.o., todos los derechos reservados.
Solargis® es una marca registrada de Solargis s.r.o.

13. Información de contacto

Este informe ha sido generado por SUNCO ENERGY, S.L., C/Bergueda 1 A-3, 08820, BARCELONA, Spain,
<http://www.suncosystems.com>.

Este documento está firmado electrónicamente por Solargis s.r.o..

EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA

Número del informe: PV-29361-1611-634
Fecha: 17 de noviembre de 2016 09:55 (UTC)

1. Descripción del emplazamiento

Nombre del sitio: Barcelona, España

Coordenadas: **41° 25' 51.8" N, 02° 08' 44.99" E**
Elevación: 146 m
Pendiente: 3°
Orientación: 88° este

Irradiación global anual en plano inclinado: **1877 kWh/m²**
Temperatura ambiente anual a 2 m: **15.5 °C**

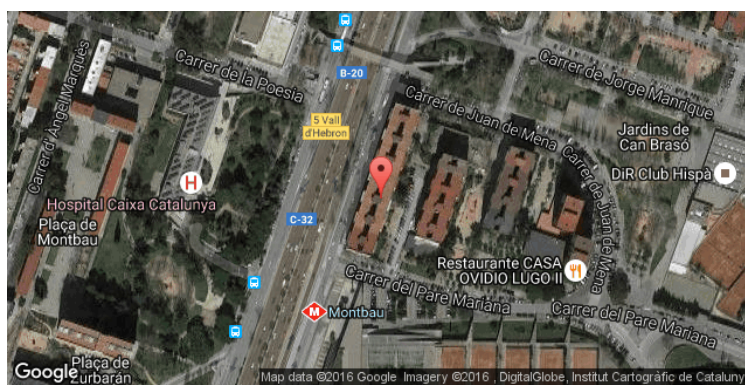
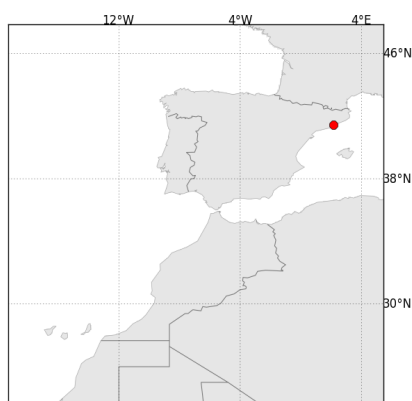
2. Descripción del sistema FV

Potencia instalada: **50.0 kWp**
Tipo de módulos: silicio cristalino (**c-Si**)
Estructura: **estructura fija, sobreelevada**
Orient./Incl.: **180° (sur) / 36°**
Efic. (Euro) inversor: 97.5%
Pérdidas DC/AC: 5.5% / 1.5%
Disponibilidad: 99.0%

Producción eléctrica anual media: **75.2 MWh**
Rendimiento medio: **79.4%**

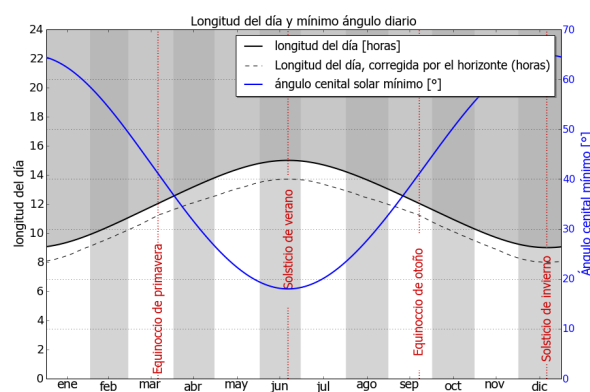
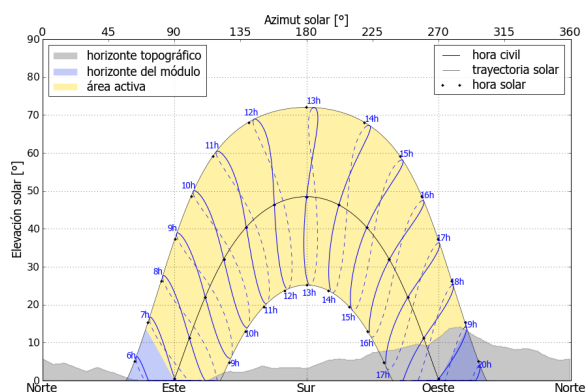
Localización en el mapa: <http://solargis.info/imaps/#tl=Google:satellite&loc=41.4310556239,2.14583158493&z=17>

3. Localización geográfica



Google Maps © 2016 Google

4. Horizonte topográfico y longitud del día



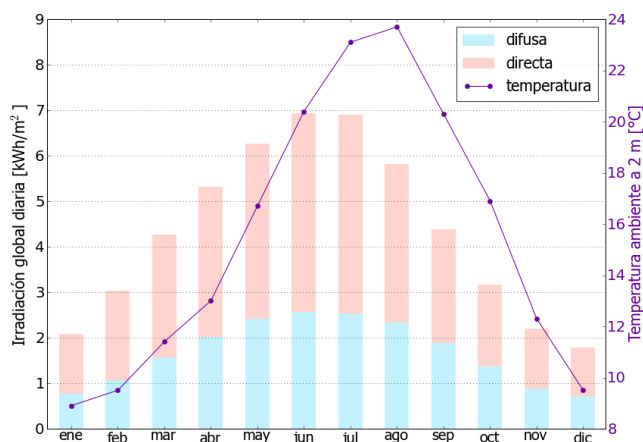
Izquierda: Trayectoria solar anual. El horizonte topográfico (en gris) y el horizonte del módulo (en azul) pueden dar lugar a ocultaciones solares. Los puntos negros muestran el tiempo solar verdadero. Las etiquetas en azul indican la hora civil local.

Derecha: Duración del día y ángulo cenital solar a lo largo del año. Si el horizonte local no es nulo, la duración real del día (tiempo en que el Sol está por encima del horizonte local) es menor que la duración astronómica.

Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.4311°/2.1458°
sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 36°

5. Irradiación global horizontal y temperatura ambiente - referencia climática

Mes	Gh _m	Gh _d	Dh _d	T ₂₄
ene	65	2.09	0.77	8.9
feb	85	3.03	1.07	9.5
mar	132	4.26	1.57	11.4
abr	160	5.32	2.01	13.0
may	194	6.26	2.41	16.7
jun	208	6.93	2.56	20.4
jul	214	6.90	2.53	23.1
ago	180	5.81	2.34	23.7
sep	132	4.39	1.88	20.3
oct	98	3.16	1.37	16.9
nov	66	2.20	0.88	12.3
dic	55	1.78	0.71	9.5
año	1588	4.35	1.68	15.5



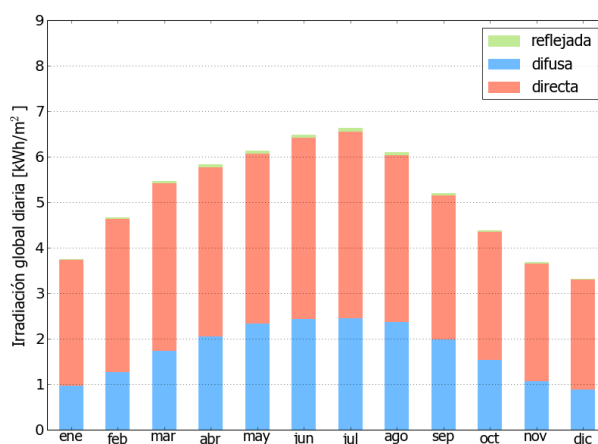
Medias anuales:

Gh_m Irradiación global mensual [kWh/m²]
Gh_d Irradiación global diaria [kWh/m²]
Dh_d Irradiación difusa diaria [kWh/m²]
T₂₄ Temperatura ambiente diaria (diurna) [°C]

6. Irradiación global en plano inclinado

Superficie fija, azimut 180° (sur), inclinación. 36°

Mes	Gi _m	Gi _d	Di _d	Ri _d	Sh _{loss}
ene	116	3.75	0.96	0.02	1.1
feb	131	4.67	1.27	0.04	1.0
mar	169	5.46	1.73	0.05	1.0
abr	175	5.83	2.05	0.06	0.9
may	190	6.14	2.34	0.07	0.8
jun	195	6.49	2.44	0.08	0.7
jul	206	6.63	2.45	0.08	0.7
ago	189	6.10	2.36	0.07	0.9
sep	156	5.20	1.99	0.05	1.0
oct	136	4.39	1.54	0.04	1.0
nov	111	3.68	1.06	0.03	1.0
dic	103	3.32	0.88	0.02	2.0
año	1877	5.14	1.76	0.05	1.0



Medias mensuales:

Gi_m Irradiación global mensual [kWh/m²]
Gi_d Irradiación global diaria [kWh/m²]
Di_d Irradiación difusa diaria [kWh/m²]
Ri_d Irradiación reflejada diaria [kWh/m²]

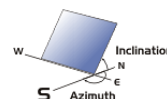
Sh_{loss} Pérdidas de irradiación global por sombreado topográfico [%]

Irradiación global anual media para diferentes tipos de superficie:

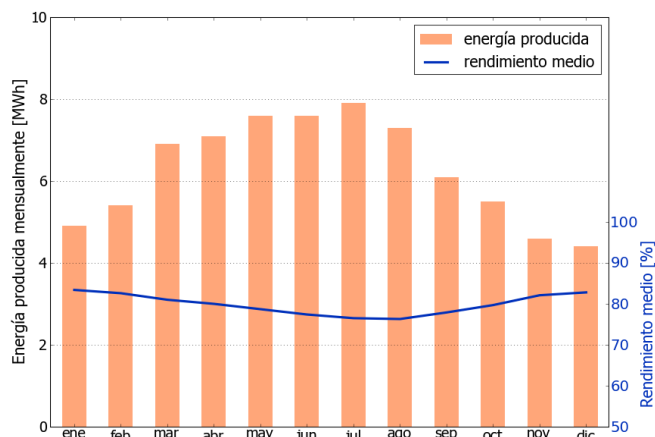
	kWh/m²	relativo a la inclinación óptima
Horizontal	1588	84.6%
Con inclinación óptima (36°)	1877	100.0%
Seguimiento a 2 ejes	2408	128.3%
Su opción	1877	100.0%

Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.4311°/2.1458°
sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 36°

7. Producción eléctrica FV inicial



Mes	Es _m	Es _d	Et _m	E _{share}	PR
ene	98	3.16	4.9	6.5	83.4
feb	109	3.89	5.4	7.2	82.6
mar	138	4.46	6.9	9.2	81.0
abr	141	4.71	7.1	9.4	80.0
may	151	4.87	7.6	10.0	78.7
jun	152	5.06	7.6	10.1	77.4
jul	158	5.11	7.9	10.5	76.5
ago	146	4.69	7.3	9.7	76.3
sep	123	4.09	6.1	8.2	77.9
oct	110	3.53	5.5	7.3	79.7
nov	92	3.05	4.6	6.1	82.1
dic	87	2.81	4.4	5.8	82.8
año	1505	4.12	75.2	100.0	79.4



Medias mensuales:

Es_m Producción eléctrica específica mensual total [kWh/kWp]
Es_d Producción eléctrica específica diaria total [kWh/kWp]
Et_m Producción eléctrica mensual total [MWh]

E_{share} Percentage mensual de producción eléctrica [%]
PR Rendimiento [%]

8. Pérdidas y rendimiento del sistema

Fase en la conversión de energía	Energía producida [kWh/kWp]	Pérdidas [kWh/kWp]	Pérdidas [%]	Rendimiento [parcial %]	Rendimiento [acumul. %]
1. Irrad. global incidente en la superficie (entrada)	1895	-	-	100.0	100.0
2. Irrad. global reducida por el sombreado topográfico	1877	-18	-1.0	99.0	99.0
3. Irrad. global reducida por la reflectividad	1828	-49	-2.6	97.4	96.5
4. Conversión DC en los módulos	1675	-153	-8.4	91.6	88.4
5. Otras pérdidas DC	1582	-92	-5.5	94.5	83.5
6. Inversores (conversión DC/AC)	1543	-40	-2.5	97.5	81.4
7. Pérdidas en AC en el transformador y el cableado	1520	-23	-1.5	98.5	80.2
8. Disponibilidad reducida	1505	-15	-1.0	99.0	79.4
Rendimiento total del sistema	1505	-390	-20.6	-	79.4

Fases de conversión de la energía y pérdidas asociadas:

1. Se asume una producción inicial bajo condiciones estándar de operación,
2. Reducción de la irradiación global debido a obstrucciones por el horizonte topográfico y otros módulos FV,
3. Proporción de irradiación global que es reflejada por la superficie de los módulos FV (típicamente, cristalinos),
4. Pérdidas en los módulos debido a la conversión de radiación solar en corriente continua (DC); cambio de la eficiencia por desvío de las condiciones estándar de operación,
5. Pérdidas DC: desajuste entre módulos FV, pérdidas de calor en los cables y conexiones, pérdidas debidas a suciedad, nieve, hielo y auto-sombreado de los módulos FV,
6. Este paso considera la eficiencia (Euro) para aproximar las pérdidas promedio en el inversor,
7. Las pérdidas en la sección AC y el transformador (donde sea aplicable) dependen de la arquitectura del sistema,
8. El parámetro de disponibilidad asume pérdidas debido a periodos de inactividad causados por operaciones de mantenimiento o fallos.

Las pérdidas en los pasos 2 y 4 están modeladas numéricamente en pvPlanner. Las pérdidas en los pasos 5 y 8 deben ser calculadas por el usuario. Los modelos de simulación tienen incertidumbres inherentes que no se contemplan en este informe. Si desea evaluar posibles riesgos, puede encontrar información adicional sobre los métodos de simulación empleados y las incertidumbres asociadas en <http://solargis.com/products/pvplanner/>.

Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.4311°/2.1458°
sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 36°

9. Solargis v21a - descripción de la base de datos

Solargis es una base de datos climáticos de alta resolución operada por Solargis s.r.o.. Las capas de información incluyen la radiación solar, la temperatura ambiente y datos del terreno (altura y horizonte).

Temperatura ambiente a 2 m: obtenida a partir de los reanálisis del CFSR (© NOAA NCEP, USA); años: 1994 - 2011; refinado a valores cada 15 minutos. Los datos han sido tratados topográficamente (la resolución de 1 km) para incluir la alta variabilidad espacial del terreno.

Radiación solar: obtenida a partir de los datos atmosféricos y del datos de satélite:

- Meteosat PRIME satélite (© EUMETSAT, Alemania) 1994 - 2015, los valores de 15 minutos o 30 minutos para Europa, África y Oriente Medio,
- Meteosat IODC satélite (© EUMETSAT, Alemania) 1999 - 2015, 30 - valores de minutos para Asia,
- GOES EAST satélite (© NOAA, USA) 1999 - 2015, 30 minutos los valores de América,
- GOES WEST satélite (© NOAA, USA) 1999 - 2015, 30 minutos los valores de América y Pacífico,
- MTSAT satélite (© JMA, Japón) 2007 - 2015, los valores de 30 minutos para el Pacífico,
- MACC-II/CAMS (© ECMWF, UK) 2003 - 2015, los datos atmosféricos,
- GFS (© NOAA, USA), 1994 - 2015, los datos atmosféricos,
- MERRA-2 (© NASA, USA), 1994 - 2002, los datos atmosféricos.

Esta evaluación asume años de 365 días. Ocasionalmente, pueden aparecer errores de redondeo numérico que no son atribuibles a defectos del algoritmo aplicado. Puede consultar información adicional sobre los datos, algoritmos y la incertidumbre aplicados en: <http://solargis.com/products/pvplanner/>.

10. Proveedor del servicio

Solargis s.r.o. , Milana Marečka 3, 84108 Bratislava, Eslovaquia; ID del proveedor: 45 354 766, CIF: SK2022962766; Registro: Registro comercial, Juzgado de Distrito Bratislava I, Sección Sro, Archivo 62765/B

11. Modo de uso

Este informe muestra la estimación de la energía solar en la fase de puesta en marcha de un sistema fotovoltaico. Las estimaciones son lo suficientemente precisas para sistemas FV pequeños y medianos. Para simulaciones con seguidores solares, sólo se presentan opciones teóricas sin considerar 'backtracking' ni sombreado. Para la planificación y financiación de grandes proyectos, es necesaria más información:

1. Distribución estadística e incertidumbre de la radiación solar.
2. Especificación detallada del sistema FV
3. Variabilidad interanual e incertidumbre P90 de la producción FV
4. Ciclo de vida de la producción energética teniendo en cuenta la degradación del rendimiento de los componentes FV. Puede encontrar más información acerca del cálculo completo de la producción FV en: <http://solargis.com/products/pv-yield-assessment-study/>.

12. Responsabilidad e información legal

Dada la naturaleza fluctuante del clima, los cambios inter- anuales del mismo, y la incertidumbre en las medidas y los procedimientos de cálculo aplicados, Solargis s.r.o. no puede garantizar totalmente la exactitud de sus datos. No obstante, se ha puesto el máximo empeño en el cálculo preciso de las condiciones climáticas basándose en los mejores datos, software y conocimiento disponibles. Solargis s.r.o. no se responsabiliza de ningún daño ocasionado directa o indirectamente como consecuencia del uso del informe proporcionado.

Este informe es propiedad de © 2016 Solargis s.r.o., todos los derechos reservados.
Solargis® es una marca registrada de Solargis s.r.o.

13. Información de contacto

Este informe ha sido generado por SUNCO ENERGY, S.L., C/Bergueda 1 A-3, 08820, BARCELONA, Spain,
<http://www.suncosystems.com>.

Este documento está firmado electrónicamente por Solargis s.r.o..

EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA

Número del informe: PV-29361-1611-647
Fecha: 17 de noviembre de 2016 10:04 (UTC)

1. Descripción del emplazamiento

Nombre del sitio: Barcelona, España

Coordenadas: **41° 25' 41.52" N, 02° 07' 55.86" E**
Elevación: 255 m
Pendiente: 10°
Orientación: 62° noreste

Irradiación global anual en plano inclinado: **1839 kWh/m²**
Temperatura ambiente anual a 2 m: **15.0 °C**

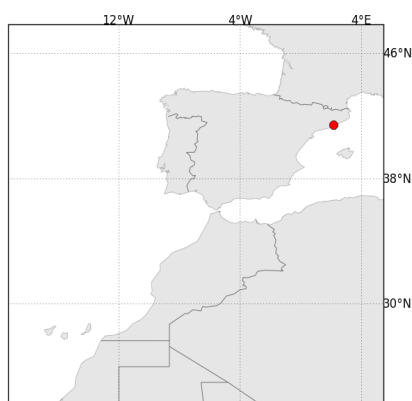
2. Descripción del sistema FV

Potencia instalada: **50.0 kWp**
Tipo de módulos: silicio cristalino (**c-Si**)
Estructura: **estructura fija, sobreelevada**
Orient./Incl.: **180° (sur) / 34°**
Efic. (Euro) inversor: 97.5%
Pérdidas DC/AC: 5.5% / 1.5%
Disponibilidad: 99.0%

Producción eléctrica anual media: **73.8 MWh**
Rendimiento medio: **77.9%**

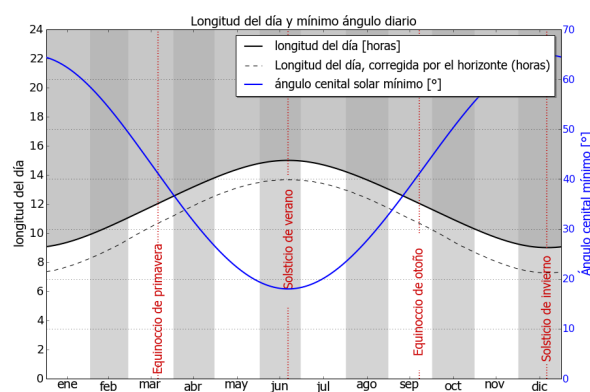
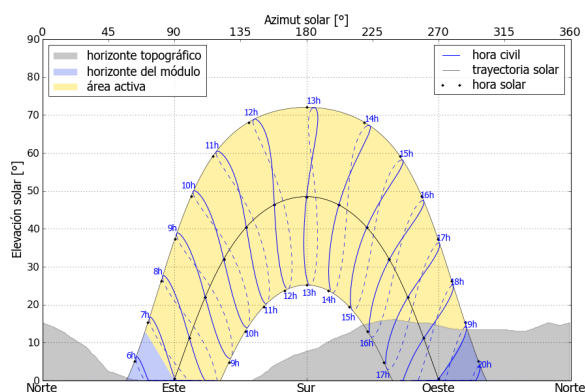
Localización en el mapa: <http://solargis.info/imaps/#tl=Google:satellite&loc=41.4281999511,2.13218450546&z=14>

3. Localización geográfica



Google Maps © 2016 Google

4. Horizonte topográfico y longitud del día



Izquierda: Trayectoria solar anual. El horizonte topográfico (en gris) y el horizonte del módulo (en azul) pueden dar lugar a ocultaciones solares. Los puntos negros muestran el tiempo solar verdadero. Las etiquetas en azul indican la hora civil local.

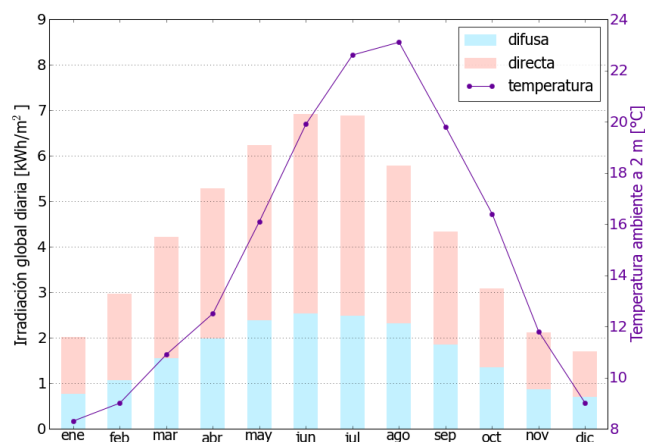
Derecha: Duración del día y ángulo cenital solar a lo largo del año. Si el horizonte local no es nulo, la duración real del día (tiempo en que el Sol está por encima del horizonte local) es menor que la duración astronómica.

Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.4282°/2.1322°

sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 34°

5. Irradiación global horizontal y temperatura ambiente - referencia climática

Mes	Gh _m	Gh _d	Dh _d	T ₂₄
ene	62	2.01	0.76	8.3
feb	83	2.96	1.06	9.0
mar	130	4.21	1.55	10.9
abr	159	5.29	1.98	12.5
may	193	6.23	2.38	16.1
jun	207	6.91	2.53	19.9
jul	214	6.89	2.49	22.6
ago	180	5.79	2.31	23.1
sep	130	4.34	1.85	19.8
oct	96	3.09	1.35	16.4
nov	64	2.12	0.87	11.8
dic	53	1.70	0.70	9.0
año	1570	4.30	1.66	15.0



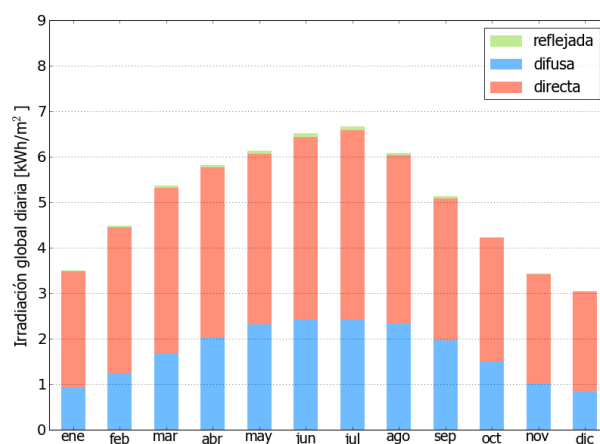
Medias anuales:

Gh _m	Irradiación global mensual [kWh/m²]
Gh _d	Irradiación global diaria [kWh/m²]
Dh _d	Irradiación difusa diaria [kWh/m²]
T ₂₄	Temperatura ambiente diaria (diurna) [°C]

6. Irradiación global en plano inclinado

Superficie fija, azimut 180° (sur), inclinación. 34°

Mes	Gi _m	Gi _d	Di _d	Ri _d	Sh _{loss}
ene	108	3.50	0.92	0.02	6.7
feb	125	4.48	1.24	0.03	4.1
mar	166	5.36	1.69	0.05	2.4
abr	174	5.82	2.03	0.06	1.5
may	190	6.14	2.31	0.07	1.4
jun	195	6.51	2.41	0.08	1.3
jul	206	6.67	2.43	0.08	1.2
ago	189	6.09	2.33	0.06	1.5
sep	154	5.14	1.96	0.05	2.3
oct	132	4.24	1.50	0.03	3.6
nov	103	3.44	1.02	0.02	6.4
dic	95	3.05	0.84	0.02	8.9
año	1839	5.04	1.73	0.05	2.9



Medias mensuales:

Gi _m	Irradiación global mensual [kWh/m²]
Gi _d	Irradiación global diaria [kWh/m²]
Di _d	Irradiación difusa diaria [kWh/m²]
Ri _d	Irradiación reflejada diaria [kWh/m²]

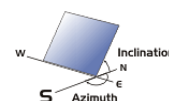
Sh_{loss} Pérdidas de irradiación global por sombreado topográfico [%]

Irradiación global anual media para diferentes tipos de superficie:

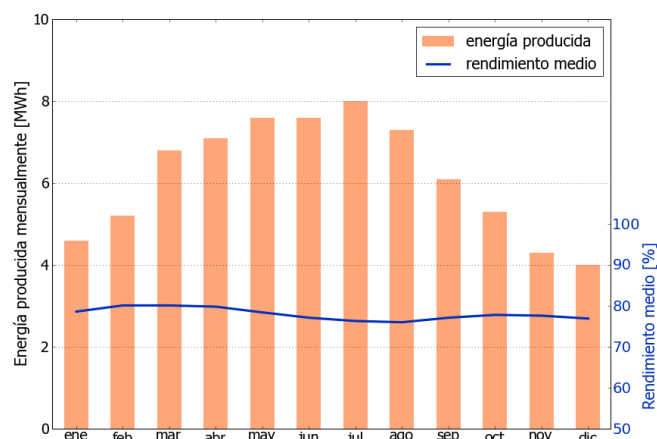
	kWh/m²	relativo a la inclinación óptima
Horizontal	1570	85.4%
Con inclinación óptima (34°)	1839	100.0%
Seguimiento a 2 ejes	2339	127.2%
Su opción	1839	100.0%

Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.4282°/2.1322°
sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 34°

7. Producción eléctrica FV inicial



Mes	E_{s_m}	E_{s_d}	E_{t_m}	E_{share}	PR
ene	91	2.95	4.6	6.2	78.6
feb	105	3.74	5.2	7.1	80.1
mar	136	4.40	6.8	9.2	80.1
abr	141	4.71	7.1	9.6	79.8
may	151	4.88	7.6	10.2	78.4
jun	153	5.08	7.6	10.3	77.1
jul	159	5.14	8.0	10.8	76.3
ago	146	4.70	7.3	9.9	76.0
sep	122	4.05	6.1	8.2	77.1
oct	106	3.43	5.3	7.2	77.8
nov	86	2.86	4.3	5.8	77.6
dic	80	2.58	4.0	5.4	76.9
año	1476	4.04	73.8	100.0	77.9



Medias mensuales:

E_{s_m} Producción eléctrica específica mensual total [kWh/kWp]
 E_{s_d} Producción eléctrica específica diaria total [kWh/kWp]
 E_{t_m} Producción eléctrica mensual total [MWh]

E_{share} Porcentaje mensual de producción eléctrica [%]
 PR Rendimiento [%]

8. Pérdidas y rendimiento del sistema

Fase en la conversión de energía	Energía producida [kWh/kWp]	Pérdidas [kWh/kWp]	Pérdidas [%]	Rendimiento	
				[parcial %]	[acumul. %]
1. Irrad. global incidente en la superficie (entrada)	1894	-	-	100.0	100.0
2. Irrad. global reducida por el sombreado topográfico	1839	-55	-2.9	97.1	97.1
3. Irrad. global reducida por la reflectividad	1791	-47	-2.6	97.4	94.6
4. Conversión DC en los módulos	1643	-149	-8.3	91.7	86.7
5. Otras pérdidas DC	1552	-90	-5.5	94.5	81.9
6. Inversores (conversión DC/AC)	1513	-39	-2.5	97.5	79.9
7. Pérdidas en AC en el transformador y el cableado	1491	-23	-1.5	98.5	78.7
8. Disponibilidad reducida	1476	-15	-1.0	99.0	77.9
Rendimiento total del sistema	1476	-418	-22.1	-	77.9

Fases de conversión de la energía y pérdidas asociadas:

- Se asume una producción inicial bajo condiciones estándar de operación,
- Reducción de la irradiación global debido a obstrucciones por el horizonte topográfico y otros módulos FV,
- Proporción de irradiación global que es reflejada por la superficie de los módulos FV (típicamente, cristalinos),
- Pérdidas en los módulos debido a la conversión de radiación solar en corriente continua (DC); cambio de la eficiencia por desvío de las condiciones estándar de operación,
- Pérdidas DC: desajuste entre módulos FV, pérdidas de calor en los cables y conexiones, pérdidas debidas a suciedad, nieve, hielo y auto-sombreado de los módulos FV,
- Este paso considera la eficiencia (Euro) para aproximar las pérdidas promedio en el inversor,
- Las pérdidas en la sección AC y el transformador (donde sea aplicable) dependen de la arquitectura del sistema,
- El parámetro de disponibilidad asume pérdidas debido a periodos de inactividad causados por operaciones de mantenimiento o fallos.

Las pérdidas en los pasos 2 y 4 están modeladas numéricamente en pvPlanner. Las pérdidas en los pasos 5 y 8 deben ser calculadas por el usuario. Los modelos de simulación tienen incertidumbres inherentes que no se contemplan en este informe. Si desea evaluar posibles riesgos, puede encontrar información adicional sobre los métodos de simulación empleados y las incertidumbres asociadas en <http://solargis.com/products/pvplanner/>.

Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.4282°/2.1322°
sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 34°

9. Solargis v21a - descripción de la base de datos

Solargis es una base de datos climáticos de alta resolución operada por Solargis s.r.o.. Las capas de información incluyen la radiación solar, la temperatura ambiente y datos del terreno (altura y horizonte).

Temperatura ambiente a 2 m: obtenida a partir de los reanálisis del CFSR (© NOAA NCEP, USA); años: 1994 - 2011; refinado a valores cada 15 minutos. Los datos han sido tratados topográficamente (la resolución de 1 km) para incluir la alta variabilidad espacial del terreno.

Radiación solar: obtenida a partir de los datos atmosféricos y del datos de satélite:

- Meteosat PRIME satélite (© EUMETSAT, Alemania) 1994 - 2015, los valores de 15 minutos o 30 minutos para Europa, África y Oriente Medio,
- Meteosat IODC satélite (© EUMETSAT, Alemania) 1999 - 2015, 30 - valores de minutos para Asia,
- GOES EAST satélite (© NOAA, USA) 1999 - 2015, 30 minutos los valores de América,
- GOES WEST satélite (© NOAA, USA) 1999 - 2015, 30 minutos los valores de América y Pacífico,
- MTSAT satélite (© JMA, Japón) 2007 - 2015, los valores de 30 minutos para el Pacífico,
- MACC-II/CAMS (© ECMWF, UK) 2003 - 2015, los datos atmosféricos,
- GFS (© NOAA, USA), 1994 - 2015, los datos atmosféricos,
- MERRA-2 (© NASA, USA), 1994 - 2002, los datos atmosféricos.

Esta evaluación asume años de 365 días. Ocasionalmente, pueden aparecer errores de redondeo numérico que no son atribuibles a defectos del algoritmo aplicado. Puede consultar información adicional sobre los datos, algoritmos y la incertidumbre aplicados en: <http://solargis.com/products/pvplanner/>.

10. Proveedor del servicio

Solargis s.r.o. , Milana Marečka 3, 84108 Bratislava, Eslovaquia; ID del proveedor: 45 354 766, CIF: SK2022962766; Registro: Registro comercial, Juzgado de Distrito Bratislava I, Sección Sro, Archivo 62765/B

11. Modo de uso

Este informe muestra la estimación de la energía solar en la fase de puesta en marcha de un sistema fotovoltaico. Las estimaciones son lo suficientemente precisas para sistemas FV pequeños y medianos. Para simulaciones con seguidores solares, sólo se presentan opciones teóricas sin considerar 'backtracking' ni sombreado. Para la planificación y financiación de grandes proyectos, es necesaria más información:

1. Distribución estadística e incertidumbre de la radiación solar.
2. Especificación detallada del sistema FV
3. Variabilidad interanual e incertidumbre P90 de la producción FV
4. Ciclo de vida de la producción energética teniendo en cuenta la degradación del rendimiento de los componentes FV. Puede encontrar más información acerca del cálculo completo de la producción FV en: <http://solargis.com/products/pv-yield-assessment-study/>.

12. Responsabilidad e información legal

Dada la naturaleza fluctuante del clima, los cambios inter-anales del mismo, y la incertidumbre en las medidas y los procedimientos de cálculo aplicados, Solargis s.r.o. no puede garantizar totalmente la exactitud de sus datos. No obstante, se ha puesto el máximo empeño en el cálculo preciso de las condiciones climáticas basándose en los mejores datos, software y conocimiento disponibles. Solargis s.r.o. no se responsabiliza de ningún daño ocasionado directa o indirectamente como consecuencia del uso del informe proporcionado.

Este informe es propiedad de © 2016 Solargis s.r.o., todos los derechos reservados.
Solargis® es una marca registrada de Solargis s.r.o.

13. Información de contacto

Este informe ha sido generado por SUNCO ENERGY, S.L., C/Bergueda 1 A-3, 08820, BARCELONA, Spain,
<http://www.suncosystems.com>.

Este documento está firmado electrónicamente por Solargis s.r.o..

EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA

Número del informe: PV-29361-1611-659
Fecha: 17 de noviembre de 2016 10:23 (UTC)

1. Descripción del emplazamiento

Nombre del sitio: Barcelona, España

Coordenadas: **41° 25' 24.19" N, 02° 09' 14.33" E**
Elevación: 154 m
Pendiente: 9°
Orientación: 24° noreste

Irradiación global anual en plano inclinado: **1861 kWh/m²**
Temperatura ambiente anual a 2 m: **15.5 °C**

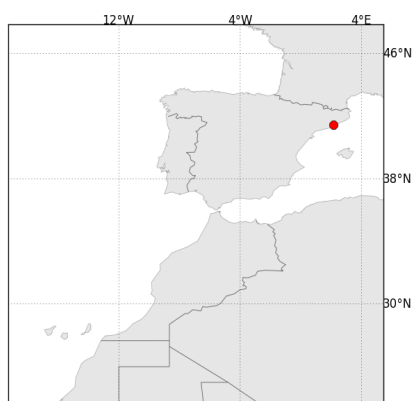
2. Descripción del sistema FV

Potencia instalada: **50.0 kWp**
Tipo de módulos: silicio cristalino (**c-Si**)
Estructura: **estructura fija, sobreelevada**
Orient./Incl.: **180° (sur) / 35°**
Efic. (Euro) inversor: 97.5%
Pérdidas DC/AC: 5.5% / 1.5%
Disponibilidad: 99.0%

Producción eléctrica anual media: **74.6 MWh**
Rendimiento medio: **78.8%**

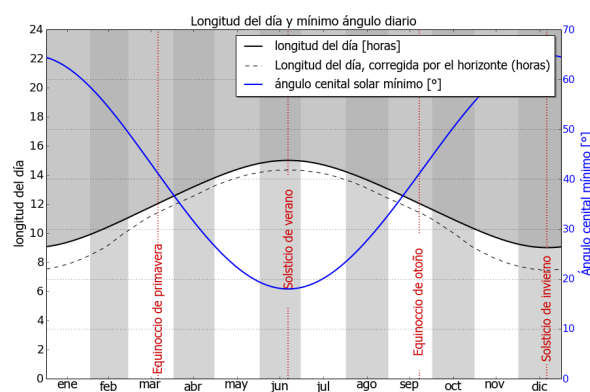
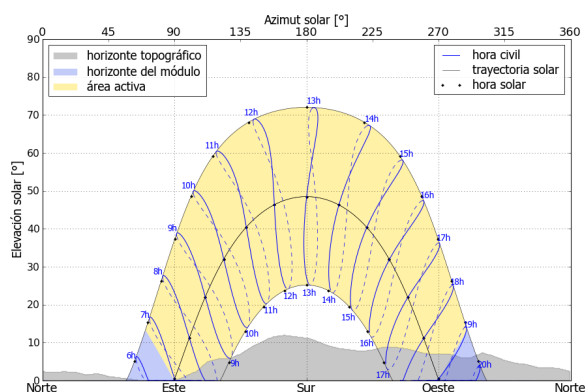
Localización en el mapa: <http://solargis.info/imaps/#tl=Google:satellite&loc=41.4233864523,2.15398013592&z=19>

3. Localización geográfica



Google Maps © 2016 Google

4. Horizonte topográfico y longitud del día



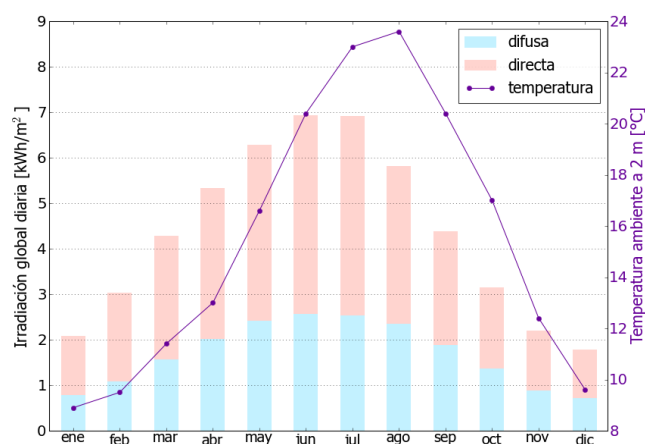
Izquierda: Trayectoria solar anual. El horizonte topográfico (en gris) y el horizonte del módulo (en azul) pueden dar lugar a ocultaciones solares. Los puntos negros muestran el tiempo solar verdadero. Las etiquetas en azul indican la hora civil local.

Derecha: Duración del día y ángulo cenital solar a lo largo del año. Si el horizonte local no es nulo, la duración real del día (tiempo en que el Sol está por encima del horizonte local) es menor que la duración astronómica.

Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.4234°/2.1540°
sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 35°

5. Irradiación global horizontal y temperatura ambiente - referencia climática

Mes	Gh _m	Gh _d	Dh _d	T ₂₄
ene	65	2.08	0.78	8.9
feb	85	3.03	1.08	9.5
mar	133	4.28	1.57	11.4
abr	160	5.34	2.01	13.0
may	195	6.28	2.41	16.6
jun	208	6.94	2.57	20.4
jul	214	6.91	2.53	23.0
ago	180	5.82	2.35	23.6
sep	132	4.39	1.88	20.4
oct	98	3.15	1.37	17.0
nov	66	2.20	0.89	12.4
dic	55	1.78	0.71	9.6
año	1590	4.36	1.68	15.5



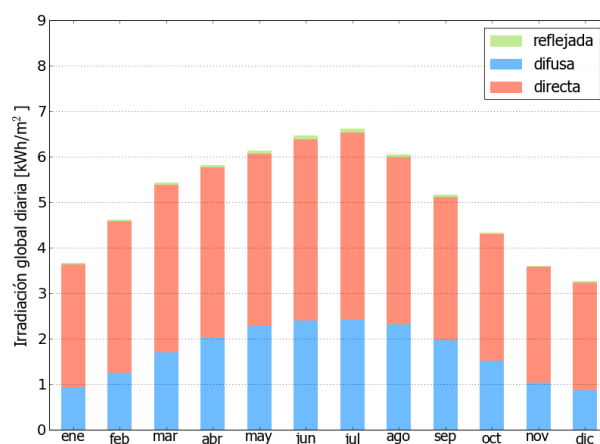
Medias anuales:

Gh_m Irradiación global mensual [kWh/m²]
Gh_d Irradiación global diaria [kWh/m²]
Dh_d Irradiación difusa diaria [kWh/m²]
T₂₄ Temperatura ambiente diaria (diurna) [°C]

6. Irradiación global en plano inclinado

Superficie fija, azimut 180° (sur), inclinación. 35°

Mes	Gi _m	Gi _d	Di _d	Ri _d	Sh _{loss}
ene	113	3.66	0.94	0.02	3.0
feb	129	4.62	1.25	0.03	1.5
mar	169	5.44	1.70	0.05	1.4
abr	175	5.82	2.02	0.06	1.4
may	190	6.13	2.30	0.07	1.5
jun	194	6.47	2.40	0.08	1.5
jul	205	6.61	2.42	0.08	1.4
ago	188	6.05	2.32	0.06	1.5
sep	155	5.16	1.96	0.05	1.6
oct	134	4.34	1.51	0.04	1.7
nov	108	3.60	1.04	0.02	2.5
dic	101	3.26	0.86	0.02	3.4
año	1861	5.10	1.73	0.05	1.8



Medias mensuales:

Gi_m Irradiación global mensual [kWh/m²]
Gi_d Irradiación global diaria [kWh/m²]
Di_d Irradiación difusa diaria [kWh/m²]
Ri_d Irradiación reflejada diaria [kWh/m²]

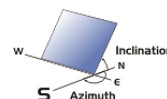
Sh_{loss} Pérdidas de irradiación global por sombreado topográfico [%]

Irradiación global anual media para diferentes tipos de superficie:

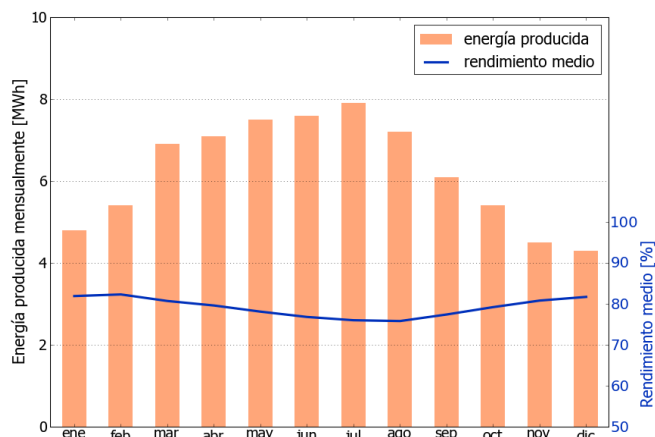
	kWh/m²	relativo a la inclinación óptima
Horizontal	1590	85.5%
Con inclinación óptima (35°)	1861	100.0%
Seguimiento a 2 ejes	2411	129.6%
Su opción	1861	100.0%

Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.4234°/2.1540°
sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 35°

7. Producción eléctrica FV inicial



Mes	Es _m	Es _d	Et _m	E _{share}	PR
ene	96	3.08	4.8	6.4	81.9
feb	108	3.86	5.4	7.2	82.3
mar	138	4.45	6.9	9.2	80.7
abr	141	4.70	7.1	9.5	79.6
may	151	4.86	7.5	10.1	78.1
jun	151	5.04	7.6	10.1	76.8
jul	158	5.09	7.9	10.6	76.0
ago	145	4.66	7.2	9.7	75.8
sep	122	4.06	6.1	8.2	77.4
oct	108	3.49	5.4	7.3	79.2
nov	90	2.99	4.5	6.0	80.8
dic	85	2.75	4.3	5.7	81.7
año	1492	4.09	74.6	100.0	78.8



Medias mensuales:

Es_m Producción eléctrica específica mensual total [kWh/kWp]
Es_d Producción eléctrica específica diaria total [kWh/kWp]
Et_m Producción eléctrica mensual total [MWh]

E_{share} Porcentaje mensual de producción eléctrica [%]
PR Rendimiento [%]

8. Pérdidas y rendimiento del sistema

Fase en la conversión de energía	Energía producida [kWh/kWp]	Pérdidas [kWh/kWp]	Pérdidas [%]	Rendimiento [parcial %]	Rendimiento [acumul. %]
1. Irrad. global incidente en la superficie (entrada)	1894	-	-	100.0	100.0
2. Irrad. global reducida por el sombreado topográfico	1861	-33	-1.8	98.2	98.2
3. Irrad. global reducida por la reflectividad	1812	-49	-2.6	97.4	95.7
4. Conversión DC en los módulos	1661	-151	-8.3	91.7	87.7
5. Otras pérdidas DC	1570	-91	-5.5	94.5	82.9
6. Inversores (conversión DC/AC)	1531	-39	-2.5	97.5	80.8
7. Pérdidas en AC en el transformador y el cableado	1508	-23	-1.5	98.5	79.6
8. Disponibilidad reducida	1493	-15	-1.0	99.0	78.8
Rendimiento total del sistema	1493	-402	-21.2	-	78.8

Fases de conversión de la energía y pérdidas asociadas:

1. Se asume una producción inicial bajo condiciones estándar de operación,
2. Reducción de la irradiación global debido a obstrucciones por el horizonte topográfico y otros módulos FV,
3. Proporción de irradiación global que es reflejada por la superficie de los módulos FV (típicamente, cristalinos),
4. Pérdidas en los módulos debido a la conversión de radiación solar en corriente continua (DC); cambio de la eficiencia por desvío de las condiciones estándar de operación,
5. Pérdidas DC: desajuste entre módulos FV, pérdidas de calor en los cables y conexiones, pérdidas debidas a suciedad, nieve, hielo y auto-sombreado de los módulos FV,
6. Este paso considera la eficiencia (Euro) para aproximar las pérdidas promedio en el inversor,
7. Las pérdidas en la sección AC y el transformador (donde sea aplicable) dependen de la arquitectura del sistema,
8. El parámetro de disponibilidad asume pérdidas debido a periodos de inactividad causados por operaciones de mantenimiento o fallos.

Las pérdidas en los pasos 2 y 4 están modeladas numéricamente en pvPlanner. Las pérdidas en los pasos 5 y 8 deben ser calculadas por el usuario. Los modelos de simulación tienen incertidumbres inherentes que no se contemplan en este informe. Si desea evaluar posibles riesgos, puede encontrar información adicional sobre los métodos de simulación empleados y las incertidumbres asociadas en <http://solargis.com/products/pvplanner/>.

Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.4234°/2.1540°
sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 35°

9. Solargis v21a - descripción de la base de datos

Solargis es una base de datos climáticos de alta resolución operada por Solargis s.r.o.. Las capas de información incluyen la radiación solar, la temperatura ambiente y datos del terreno (altura y horizonte).

Temperatura ambiente a 2 m: obtenida a partir de los reanálisis del CFSR (© NOAA NCEP, USA); años: 1994 - 2011; refinado a valores cada 15 minutos. Los datos han sido tratados topográficamente (la resolución de 1 km) para incluir la alta variabilidad espacial del terreno.

Radiación solar: obtenida a partir de los datos atmosféricos y del datos de satélite:

- Meteosat PRIME satélite (© EUMETSAT, Alemania) 1994 - 2015, los valores de 15 minutos o 30 minutos para Europa, África y Oriente Medio,
- Meteosat IODC satélite (© EUMETSAT, Alemania) 1999 - 2015, 30 - valores de minutos para Asia,
- GOES EAST satélite (© NOAA, USA) 1999 - 2015, 30 minutos los valores de América,
- GOES WEST satélite (© NOAA, USA) 1999 - 2015, 30 minutos los valores de América y Pacífico,
- MTSAT satélite (© JMA, Japón) 2007 - 2015, los valores de 30 minutos para el Pacífico,
- MACC-II/CAMS (© ECMWF, UK) 2003 - 2015, los datos atmosféricos,
- GFS (© NOAA, USA), 1994 - 2015, los datos atmosféricos,
- MERRA-2 (© NASA, USA), 1994 - 2002, los datos atmosféricos.

Esta evaluación asume años de 365 días. Ocasionalmente, pueden aparecer errores de redondeo numérico que no son atribuibles a defectos del algoritmo aplicado. Puede consultar información adicional sobre los datos, algoritmos y la incertidumbre aplicados en: <http://solargis.com/products/pvplanner/>.

10. Proveedor del servicio

Solargis s.r.o. , Milana Marečka 3, 84108 Bratislava, Eslovaquia; ID del proveedor: 45 354 766, CIF: SK2022962766; Registro: Registro comercial, Juzgado de Distrito Bratislava I, Sección Sro, Archivo 62765/B

11. Modo de uso

Este informe muestra la estimación de la energía solar en la fase de puesta en marcha de un sistema fotovoltaico. Las estimaciones son lo suficientemente precisas para sistemas FV pequeños y medianos. Para simulaciones con seguidores solares, sólo se presentan opciones teóricas sin considerar 'backtracking' ni sombreado. Para la planificación y financiación de grandes proyectos, es necesaria más información:

1. Distribución estadística e incertidumbre de la radiación solar.
2. Especificación detallada del sistema FV
3. Variabilidad interanual e incertidumbre P90 de la producción FV
4. Ciclo de vida de la producción energética teniendo en cuenta la degradación del rendimiento de los componentes FV. Puede encontrar más información acerca del cálculo completo de la producción FV en: <http://solargis.com/products/pv-yield-assessment-study/>.

12. Responsabilidad e información legal

Dada la naturaleza fluctuante del clima, los cambios inter-anales del mismo, y la incertidumbre en las medidas y los procedimientos de cálculo aplicados, Solargis s.r.o. no puede garantizar totalmente la exactitud de sus datos. No obstante, se ha puesto el máximo empeño en el cálculo preciso de las condiciones climáticas basándose en los mejores datos, software y conocimiento disponibles. Solargis s.r.o. no se responsabiliza de ningún daño ocasionado directa o indirectamente como consecuencia del uso del informe proporcionado.

Este informe es propiedad de © 2016 Solargis s.r.o., todos los derechos reservados.
Solargis® es una marca registrada de Solargis s.r.o.

13. Información de contacto

Este informe ha sido generado por SUNCO ENERGY, S.L., C/Bergueda 1 A-3, 08820, BARCELONA, Spain,
<http://www.suncosystems.com>.

Este documento está firmado electrónicamente por Solargis s.r.o..

EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA

Número del informe: PV-29361-1611-671
Fecha: 17 de noviembre de 2016 10:28 (UTC)

1. Descripción del emplazamiento

Nombre del sitio: Barcelona, España

Coordenadas: **41° 25' 27.33" N, 02° 09' 54.59" E**
Elevación: 117 m
Pendiente: 8°
Orientación: 10° norte

Irradiación global anual en plano inclinado: **1848 kWh/m²**
Temperatura ambiente anual a 2 m: **15.6 °C**

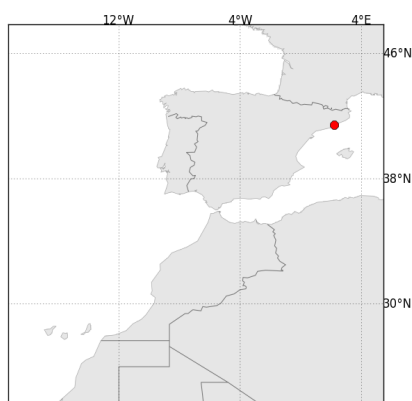
2. Descripción del sistema FV

Potencia instalada: **50.0 kWp**
Tipo de módulos: silicio cristalino (**c-Si**)
Estructura: **estructura fija, sobreelevada**
Orient./Incl.: **180° (sur) / 34°**
Efic. (Euro) inversor: 97.5%
Pérdidas DC/AC: 5.5% / 1.5%
Disponibilidad: 99.0%

Producción eléctrica anual media: **74.1 MWh**
Rendimiento medio: **77.9%**

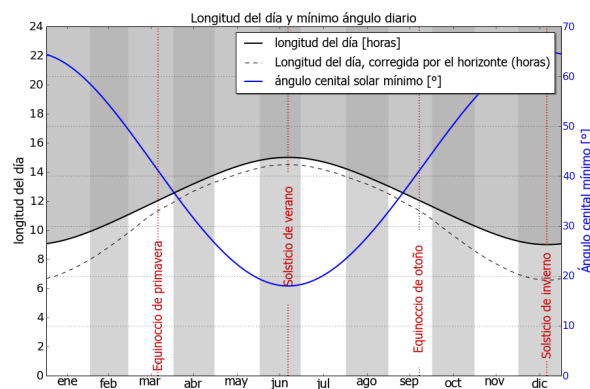
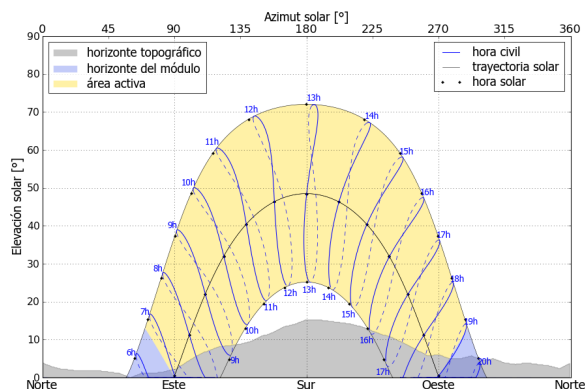
Localización en el mapa: <http://solargis.info/imaps/#tl=Google:satellite&loc=41.4242581118,2.16516494751&z=14>

3. Localización geográfica



Google Maps © 2016 Google

4. Horizonte topográfico y longitud del día



Izquierda: Trayectoria solar anual. El horizonte topográfico (en gris) y el horizonte del módulo (en azul) pueden dar lugar a ocultaciones solares. Los puntos negros muestran el tiempo solar verdadero. Las etiquetas en azul indican la hora civil local.

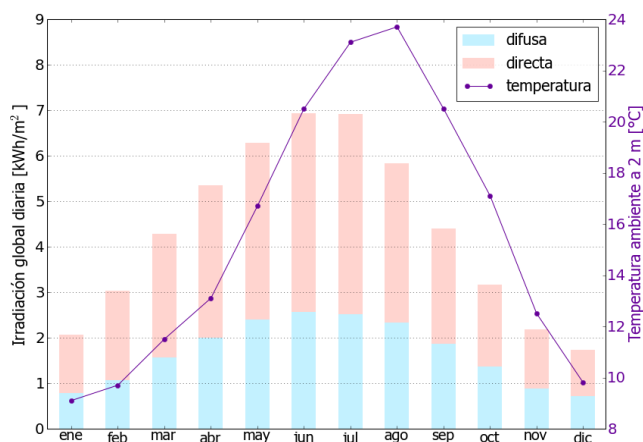
Derecha: Duración del día y ángulo cenital solar a lo largo del año. Si el horizonte local no es nulo, la duración real del día (tiempo en que el Sol está por encima del horizonte local) es menor que la duración astronómica.

Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.4243°/2.1652°

sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 34°

5. Irradiación global horizontal y temperatura ambiente - referencia climática

Mes	Gh _m	Gh _d	Dh _d	T ₂₄
ene	64	2.06	0.78	9.1
feb	85	3.04	1.07	9.7
mar	133	4.29	1.57	11.5
abr	161	5.35	2.00	13.1
may	195	6.29	2.40	16.7
jun	208	6.94	2.56	20.5
jul	214	6.91	2.52	23.1
ago	181	5.83	2.33	23.7
sep	132	4.40	1.87	20.5
oct	98	3.16	1.37	17.1
nov	65	2.18	0.89	12.5
dic	54	1.73	0.71	9.8
año	1590	4.35	1.67	15.6



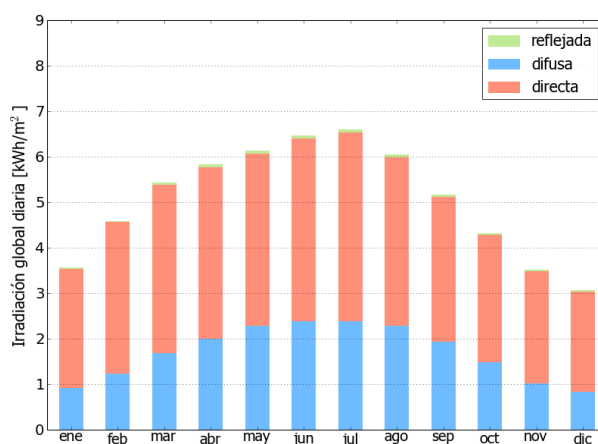
Medias anuales:

Gh_m Irradiación global mensual [kWh/m²]
 Gh_d Irradiación global diaria [kWh/m²]
 Dh_d Irradiación difusa diaria [kWh/m²]
 T₂₄ Temperatura ambiente diaria (diurna) [°C]

6. Irradiación global en plano inclinado

Superficie fija, azimut 180° (sur), inclinación. 34°

Mes	Gi _m	Gi _d	Di _d	Ri _d	Sh _{loss}
ene	110	3.56	0.92	0.02	5.4
feb	129	4.59	1.23	0.03	2.1
mar	168	5.43	1.68	0.05	1.7
abr	175	5.83	2.00	0.06	1.9
may	190	6.14	2.28	0.07	2.0
jun	194	6.47	2.38	0.07	1.9
jul	205	6.60	2.39	0.07	1.8
ago	188	6.05	2.29	0.06	2.0
sep	155	5.16	1.93	0.05	2.1
oct	134	4.32	1.49	0.03	2.3
nov	106	3.51	1.02	0.02	4.6
dic	95	3.06	0.83	0.02	9.3
año	1848	5.06	1.71	0.05	2.8



Medias mensuales:

Gi_m Irradiación global mensual [kWh/m²]
 Gi_d Irradiación global diaria [kWh/m²]
 Di_d Irradiación difusa diaria [kWh/m²]
 Ri_d Irradiación reflejada diaria [kWh/m²]

Sh_{loss} Pérdidas de irradiación global por sombreado topográfico [%]

Irradiación global anual media para diferentes tipos de superficie:

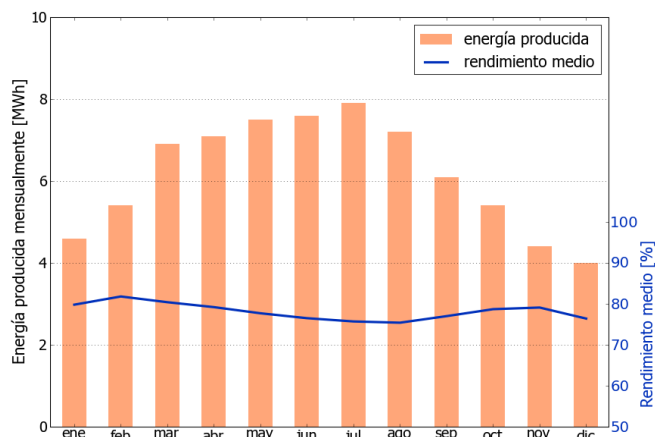
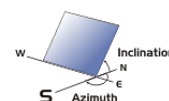
	kWh/m²	relativo a la inclinación óptima
Horizontal	1590	86.0%
Con inclinación óptima (34°)	1848	100.0%
Seguimiento a 2 ejes	2388	129.2%
Su opción	1848	100.0%

Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.4243°/2.1652°

sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 34°

7. Producción eléctrica FV inicial

Mes	E_{s_m}	E_{s_d}	E_{t_m}	E_{share}	PR
ene	93	3.00	4.6	6.3	79.8
feb	108	3.84	5.4	7.3	81.8
mar	138	4.44	6.9	9.3	80.4
abr	141	4.70	7.1	9.5	79.2
may	151	4.87	7.5	10.2	77.7
jun	152	5.05	7.6	10.2	76.5
jul	158	5.09	7.9	10.7	75.7
ago	145	4.66	7.2	9.8	75.4
sep	122	4.06	6.1	8.2	77.0
oct	108	3.48	5.4	7.3	78.7
nov	88	2.92	4.4	5.9	79.1
dic	80	2.57	4.0	5.4	76.4
año	1481	4.06	74.1	100.0	77.9



Medias mensuales:

E_{s_m} Producción eléctrica específica mensual total [kWh/kWp]
 E_{s_d} Producción eléctrica específica diaria total [kWh/kWp]
 E_{t_m} Producción eléctrica mensual total [MWh]

E_{share} Porcentaje mensual de producción eléctrica [%]
 PR Rendimiento [%]

8. Pérdidas y rendimiento del sistema

Fase en la conversión de energía	Energía producida [kWh/kWp]	Pérdidas [kWh/kWp]	Pérdidas [%]	Rendimiento	
				[parcial %]	[acumul. %]
1. Irrad. global incidente en la superficie (entrada)	1900	-	-	100.0	100.0
2. Irrad. global reducida por el sombreado topográfico	1848	-52	-2.8	97.3	97.3
3. Irrad. global reducida por la reflectividad	1800	-48	-2.6	97.4	94.7
4. Conversión DC en los módulos	1648	-152	-8.4	91.6	86.7
5. Otras pérdidas DC	1558	-91	-5.5	94.5	82.0
6. Inversores (conversión DC/AC)	1519	-39	-2.5	97.5	79.9
7. Pérdidas en AC en el transformador y el cableado	1496	-23	-1.5	98.5	78.7
8. Disponibilidad reducida	1481	-15	-1.0	99.0	77.9
Rendimiento total del sistema	1481	-419	-22.1	-	77.9

Fases de conversión de la energía y pérdidas asociadas:

1. Se asume una producción inicial bajo condiciones estándar de operación,
2. Reducción de la irradiación global debido a obstrucciones por el horizonte topográfico y otros módulos FV,
3. Proporción de irradiación global que es reflejada por la superficie de los módulos FV (típicamente, cristalinos),
4. Pérdidas en los módulos debido a la conversión de radiación solar en corriente continua (DC); cambio de la eficiencia por desvío de las condiciones estándar de operación,
5. Pérdidas DC: desajuste entre módulos FV, pérdidas de calor en los cables y conexiones, pérdidas debidas a suciedad, nieve, hielo y auto-sombreado de los módulos FV,
6. Este paso considera la eficiencia (Euro) para aproximar las pérdidas promedio en el inversor,
7. Las pérdidas en la sección AC y el transformador (donde sea aplicable) dependen de la arquitectura del sistema,
8. El parámetro de disponibilidad asume pérdidas debido a periodos de inactividad causados por operaciones de mantenimiento o fallos.

Las pérdidas en los pasos 2 y 4 están modeladas numéricamente en pvPlanner. Las pérdidas en los pasos 5 y 8 deben ser calculadas por el usuario. Los modelos de simulación tienen incertidumbres inherentes que no se contemplan en este informe. Si desea evaluar posibles riesgos, puede encontrar información adicional sobre los métodos de simulación empleados y las incertidumbres asociadas en <http://solargis.com/products/pvplanner/>.

Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.4243°/2.1652°

sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 34°

9. Solargis v21a - descripción de la base de datos

Solargis es una base de datos climáticos de alta resolución operada por Solargis s.r.o.. Las capas de información incluyen la radiación solar, la temperatura ambiente y datos del terreno (altura y horizonte).

Temperatura ambiente a 2 m: obtenida a partir de los reanálisis del CFSR (© NOAA NCEP, USA); años: 1994 - 2011; refinado a valores cada 15 minutos. Los datos han sido tratados topográficamente (la resolución de 1 km) para incluir la alta variabilidad espacial del terreno.

Radiación solar: obtenida a partir de los datos atmosféricos y del datos de satélite:

- Meteosat PRIME satélite (© EUMETSAT, Alemania) 1994 - 2015, los valores de 15 minutos o 30 minutos para Europa, África y Oriente Medio,
- Meteosat IODC satélite (© EUMETSAT, Alemania) 1999 - 2015, 30 - valores de minutos para Asia,
- GOES EAST satélite (© NOAA, USA) 1999 - 2015, 30 minutos los valores de América,
- GOES WEST satélite (© NOAA, USA) 1999 - 2015, 30 minutos los valores de América y Pacífico,
- MTSAT satélite (© JMA, Japón) 2007 - 2015, los valores de 30 minutos para el Pacífico,
- MACC-II/CAMS (© ECMWF, UK) 2003 - 2015, los datos atmosféricos,
- GFS (© NOAA, USA), 1994 - 2015, los datos atmosféricos,
- MERRA-2 (© NASA, USA), 1994 - 2002, los datos atmosféricos.

Esta evaluación asume años de 365 días. Ocasionalmente, pueden aparecer errores de redondeo numérico que no son atribuibles a defectos del algoritmo aplicado. Puede consultar información adicional sobre los datos, algoritmos y la incertidumbre aplicados en: <http://solargis.com/products/pvplanner/>.

10. Proveedor del servicio

Solargis s.r.o. , Milana Marečka 3, 84108 Bratislava, Eslovaquia; ID del proveedor: 45 354 766, CIF: SK2022962766; Registro: Registro comercial, Juzgado de Distrito Bratislava I, Sección Sro, Archivo 62765/B

11. Modo de uso

Este informe muestra la estimación de la energía solar en la fase de puesta en marcha de un sistema fotovoltaico. Las estimaciones son lo suficientemente precisas para sistemas FV pequeños y medianos. Para simulaciones con seguidores solares, sólo se presentan opciones teóricas sin considerar 'backtracking' ni sombreado. Para la planificación y financiación de grandes proyectos, es necesaria más información:

1. Distribución estadística e incertidumbre de la radiación solar.
2. Especificación detallada del sistema FV
3. Variabilidad interanual e incertidumbre P90 de la producción FV
4. Ciclo de vida de la producción energética teniendo en cuenta la degradación del rendimiento de los componentes FV. Puede encontrar más información acerca del cálculo completo de la producción FV en: <http://solargis.com/products/pv-yield-assessment-study/>.

12. Responsabilidad e información legal

Dada la naturaleza fluctuante del clima, los cambios inter- anuales del mismo, y la incertidumbre en las medidas y los procedimientos de cálculo aplicados, Solargis s.r.o. no puede garantizar totalmente la exactitud de sus datos. No obstante, se ha puesto el máximo empeño en el cálculo preciso de las condiciones climáticas basándose en los mejores datos, software y conocimiento disponibles. Solargis s.r.o. no se responsabiliza de ningún daño ocasionado directa o indirectamente como consecuencia del uso del informe proporcionado.

Este informe es propiedad de © 2016 Solargis s.r.o., todos los derechos reservados.
Solargis® es una marca registrada de Solargis s.r.o.

13. Información de contacto

Este informe ha sido generado por SUNCO ENERGY, S.L., C/Bergueda 1 A-3, 08820, BARCELONA, Spain,
<http://www.suncosystems.com>.

Este documento está firmado electrónicamente por Solargis s.r.o..

EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA

Número del informe: PV-29361-1611-684
Fecha: 17 de noviembre de 2016 10:35 (UTC)

1. Descripción del emplazamiento

Nombre del sitio: Barcelona, España

Coordenadas: **41° 25' 14.66" N, 02° 10' 22.12" E**
Elevación: 109 m
Pendiente: 7°
Orientación: 74° este

Irradiación global anual en plano inclinado: **1889 kWh/m²**
Temperatura ambiente anual a 2 m: **15.7 °C**

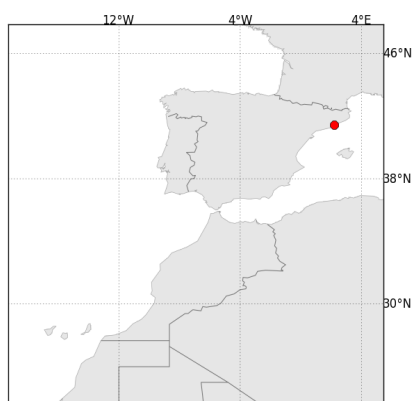
2. Descripción del sistema FV

Potencia instalada: **50.0 kWp**
Tipo de módulos: silicio cristalino (**c-Si**)
Estructura: **estructura fija, sobreelevada**
Orient./Incl.: **180° (sur) / 36°**
Efic. (Euro) inversor: 97.5%
Pérdidas DC/AC: 5.5% / 1.5%
Disponibilidad: 99.0%

Producción eléctrica anual media: **75.7 MWh**
Rendimiento medio: **79.5%**

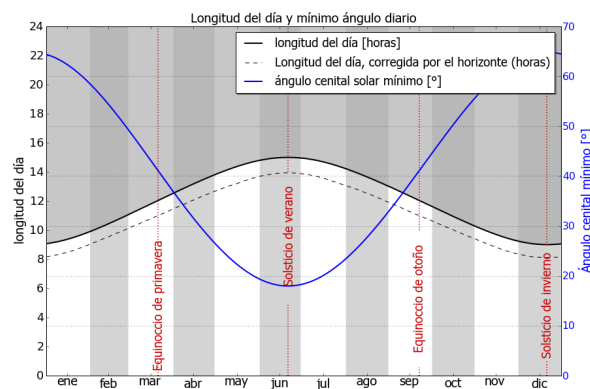
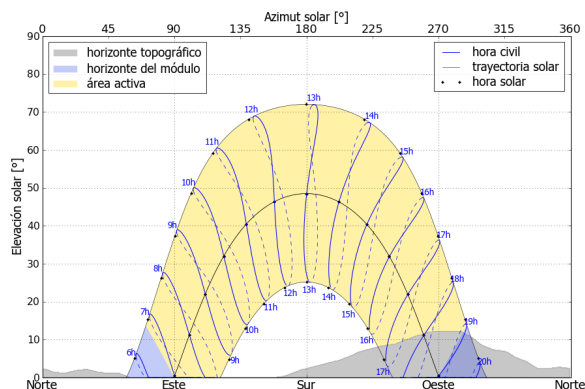
Localización en el mapa: <http://solargis.info/imaps/#tl=Google:satellite&loc=41.4207383463,2.17281192541&z=19>

3. Localización geográfica



Google Maps © 2016 Google

4. Horizonte topográfico y longitud del día



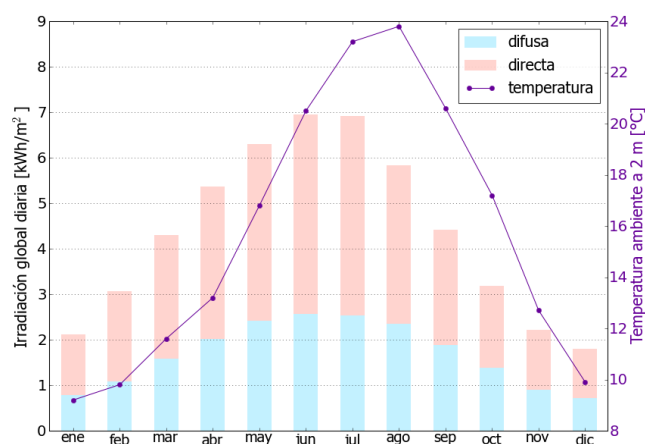
Izquierda: Trayectoria solar anual. El horizonte topográfico (en gris) y el horizonte del módulo (en azul) pueden dar lugar a ocultaciones solares. Los puntos negros muestran el tiempo solar verdadero. Las etiquetas en azul indican la hora civil local.

Derecha: Duración del día y ángulo cenital solar a lo largo del año. Si el horizonte local no es nulo, la duración real del día (tiempo en que el Sol está por encima del horizonte local) es menor que la duración astronómica.

Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.4207°/2.1728°
sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 36°

5. Irradiación global horizontal y temperatura ambiente - referencia climática

Mes	Gh _m	Gh _d	Dh _d	T ₂₄
ene	65	2.11	0.78	9.2
feb	86	3.06	1.08	9.8
mar	133	4.30	1.58	11.6
abr	161	5.36	2.01	13.2
may	195	6.30	2.41	16.8
jun	209	6.95	2.57	20.5
jul	214	6.91	2.53	23.2
ago	181	5.84	2.35	23.8
sep	133	4.42	1.88	20.6
oct	99	3.18	1.38	17.2
nov	66	2.21	0.90	12.7
dic	56	1.80	0.71	9.9
año	1597	4.38	1.69	15.7



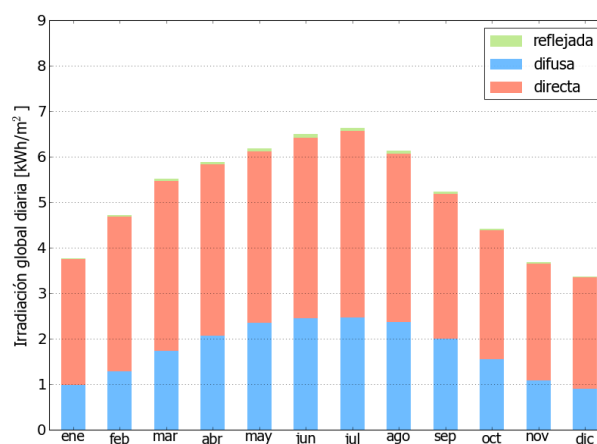
Medias anuales:

Gh_m Irradiación global mensual [kWh/m²]
Gh_d Irradiación global diaria [kWh/m²]
Dh_d Irradiación difusa diaria [kWh/m²]
T₂₄ Temperatura ambiente diaria (diurna) [°C]

6. Irradiación global en plano inclinado

Superficie fija, azimut 180° (sur), inclinación. 36°

Mes	Gi _m	Gi _d	Di _d	Ri _d	Sh _{loss}
ene	117	3.77	0.98	0.02	1.4
feb	132	4.72	1.29	0.04	0.9
mar	171	5.51	1.74	0.05	0.8
abr	177	5.89	2.07	0.06	0.8
may	192	6.19	2.35	0.07	0.6
jun	195	6.50	2.45	0.08	0.6
jul	206	6.64	2.46	0.08	0.5
ago	190	6.13	2.37	0.07	0.6
sep	157	5.24	2.00	0.05	0.8
oct	137	4.42	1.55	0.04	0.8
nov	110	3.68	1.08	0.03	1.7
dic	105	3.37	0.90	0.02	1.8
año	1889	5.17	1.77	0.05	0.9



Medias mensuales:

Gi_m Irradiación global mensual [kWh/m²]
Gi_d Irradiación global diaria [kWh/m²]
Di_d Irradiación difusa diaria [kWh/m²]
Ri_d Irradiación reflejada diaria [kWh/m²]

Sh_{loss} Pérdidas de irradiación global por sombreado topográfico [%]

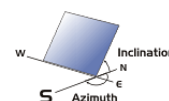
Irradiación global anual media para diferentes tipos de superficie:

	kWh/m ²	relativo a la inclinación óptima
Horizontal	1597	84.5%
Con inclinación óptima (36°)	1889	100.0%
Seguimiento a 2 ejes	2421	128.2%
Su opción	1889	100.0%

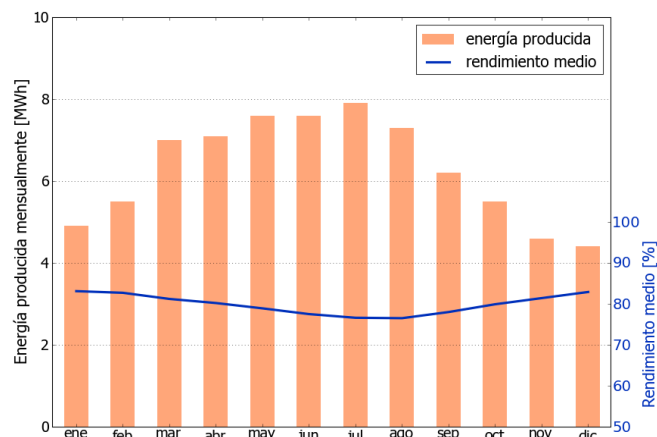
Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.4207°/2.1728°

sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 36°

7. Producción eléctrica FV inicial



Mes	E_{s_m}	E_{s_d}	E_{t_m}	E_{share}	PR
ene	99	3.18	4.9	6.5	83.1
feb	110	3.93	5.5	7.3	82.7
mar	140	4.51	7.0	9.2	81.2
abr	143	4.76	7.1	9.4	80.2
may	152	4.91	7.6	10.1	78.9
jun	152	5.08	7.6	10.1	77.5
jul	159	5.12	7.9	10.5	76.6
ago	146	4.72	7.3	9.7	76.5
sep	124	4.12	6.2	8.2	78.0
oct	111	3.56	5.5	7.3	79.9
nov	91	3.05	4.6	6.0	81.4
dic	88	2.85	4.4	5.8	82.9
año	1515	4.15	75.7	100.0	79.5



Medias mensuales:

E_{s_m} Producción eléctrica específica mensual total [kWh/kWp]
 E_{s_d} Producción eléctrica específica diaria total [kWh/kWp]
 E_{t_m} Producción eléctrica mensual total [MWh]

E_{share} Porcentaje mensual de producción eléctrica [%]
 PR Rendimiento [%]

8. Pérdidas y rendimiento del sistema

Fase en la conversión de energía	Energía producida [kWh/kWp]	Pérdidas [kWh/kWp]	Pérdidas [%]	Rendimiento	
				[parcial %]	[acumul. %]
1. Irrad. global incidente en la superficie (entrada)	1905	-	-	100.0	100.0
2. Irrad. global reducida por el sombreado topográfico	1889	-16	-0.9	99.1	99.1
3. Irrad. global reducida por la reflectividad	1840	-49	-2.6	97.4	96.6
4. Conversión DC en los módulos	1686	-154	-8.4	91.6	88.5
5. Otras pérdidas DC	1593	-93	-5.5	94.5	83.6
6. Inversores (conversión DC/AC)	1553	-40	-2.5	97.5	81.5
7. Pérdidas en AC en el transformador y el cableado	1530	-23	-1.5	98.5	80.3
8. Disponibilidad reducida	1515	-15	-1.0	99.0	79.5
Rendimiento total del sistema	1515	-391	-20.5	-	79.5

Fases de conversión de la energía y pérdidas asociadas:

1. Se asume una producción inicial bajo condiciones estándar de operación,
2. Reducción de la irradiación global debido a obstrucciones por el horizonte topográfico y otros módulos FV,
3. Proporción de irradiación global que es reflejada por la superficie de los módulos FV (típicamente, cristalinos),
4. Pérdidas en los módulos debido a la conversión de radiación solar en corriente continua (DC); cambio de la eficiencia por desvío de las condiciones estándar de operación,
5. Pérdidas DC: desajuste entre módulos FV, pérdidas de calor en los cables y conexiones, pérdidas debidas a suciedad, nieve, hielo y auto-sombreado de los módulos FV,
6. Este paso considera la eficiencia (Euro) para aproximar las pérdidas promedio en el inversor,
7. Las pérdidas en la sección AC y el transformador (donde sea aplicable) dependen de la arquitectura del sistema,
8. El parámetro de disponibilidad asume pérdidas debido a periodos de inactividad causados por operaciones de mantenimiento o fallos.

Las pérdidas en los pasos 2 y 4 están modeladas numéricamente en pvPlanner. Las pérdidas en los pasos 5 y 8 deben ser calculadas por el usuario. Los modelos de simulación tienen incertidumbres inherentes que no se contemplan en este informe. Si desea evaluar posibles riesgos, puede encontrar información adicional sobre los métodos de simulación empleados y las incertidumbres asociadas en <http://solargis.com/products/pvplanner/>.

Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.4207°/2.1728°

sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 36°

9. Solargis v21a - descripción de la base de datos

Solargis es una base de datos climáticos de alta resolución operada por Solargis s.r.o.. Las capas de información incluyen la radiación solar, la temperatura ambiente y datos del terreno (altura y horizonte).

Temperatura ambiente a 2 m: obtenida a partir de los reanálisis del CFSR (© NOAA NCEP, USA); años: 1994 - 2011; refinado a valores cada 15 minutos. Los datos han sido tratados topográficamente (la resolución de 1 km) para incluir la alta variabilidad espacial del terreno.

Radiación solar: obtenida a partir de los datos atmosféricos y del datos de satélite:

- Meteosat PRIME satélite (© EUMETSAT, Alemania) 1994 - 2015, los valores de 15 minutos o 30 minutos para Europa, África y Oriente Medio,
- Meteosat IODC satélite (© EUMETSAT, Alemania) 1999 - 2015, 30 - valores de minutos para Asia,
- GOES EAST satélite (© NOAA, USA) 1999 - 2015, 30 minutos los valores de América,
- GOES WEST satélite (© NOAA, USA) 1999 - 2015, 30 minutos los valores de América y Pacífico,
- MTSAT satélite (© JMA, Japón) 2007 - 2015, los valores de 30 minutos para el Pacífico,
- MACC-II/CAMS (© ECMWF, UK) 2003 - 2015, los datos atmosféricos,
- GFS (© NOAA, USA), 1994 - 2015, los datos atmosféricos,
- MERRA-2 (© NASA, USA), 1994 - 2002, los datos atmosféricos.

Esta evaluación asume años de 365 días. Ocasionalmente, pueden aparecer errores de redondeo numérico que no son atribuibles a defectos del algoritmo aplicado. Puede consultar información adicional sobre los datos, algoritmos y la incertidumbre aplicados en: <http://solargis.com/products/pvplanner/>.

10. Proveedor del servicio

Solargis s.r.o. , Milana Marečka 3, 84108 Bratislava, Eslovaquia; ID del proveedor: 45 354 766, CIF: SK2022962766; Registro: Registro comercial, Juzgado de Distrito Bratislava I, Sección Sro, Archivo 62765/B

11. Modo de uso

Este informe muestra la estimación de la energía solar en la fase de puesta en marcha de un sistema fotovoltaico. Las estimaciones son lo suficientemente precisas para sistemas FV pequeños y medianos. Para simulaciones con seguidores solares, sólo se presentan opciones teóricas sin considerar 'backtracking' ni sombreado. Para la planificación y financiación de grandes proyectos, es necesaria más información:

1. Distribución estadística e incertidumbre de la radiación solar.
2. Especificación detallada del sistema FV
3. Variabilidad interanual e incertidumbre P90 de la producción FV
4. Ciclo de vida de la producción energética teniendo en cuenta la degradación del rendimiento de los componentes FV. Puede encontrar más información acerca del cálculo completo de la producción FV en: <http://solargis.com/products/pv-yield-assessment-study/>.

12. Responsabilidad e información legal

Dada la naturaleza fluctuante del clima, los cambios inter-anales del mismo, y la incertidumbre en las medidas y los procedimientos de cálculo aplicados, Solargis s.r.o. no puede garantizar totalmente la exactitud de sus datos. No obstante, se ha puesto el máximo empeño en el cálculo preciso de las condiciones climáticas basándose en los mejores datos, software y conocimiento disponibles. Solargis s.r.o. no se responsabiliza de ningún daño ocasionado directa o indirectamente como consecuencia del uso del informe proporcionado.

Este informe es propiedad de © 2016 Solargis s.r.o., todos los derechos reservados.
Solargis® es una marca registrada de Solargis s.r.o.

13. Información de contacto

Este informe ha sido generado por SUNCO ENERGY, S.L., C/Bergueda 1 A-3, 08820, BARCELONA, Spain,
<http://www.suncosystems.com>.

Este documento está firmado electrónicamente por Solargis s.r.o..

EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA

Número del informe: PV-29361-1611-529
 Fecha: 16 de noviembre de 2016 17:24 (UTC)

1. Descripción del emplazamiento

Nombre del sitio: Montcada i Reixac, España

Coordenadas: **41° 28' 12.37" N, 02° 11' 3.49" E**
 Elevación: 36 m
 Pendiente: 4°
 Orientación: 27° noreste

Irradiación global anual en plano inclinado: **1891 kWh/m²**
 Temperatura ambiente anual a 2 m: **15.8 °C**

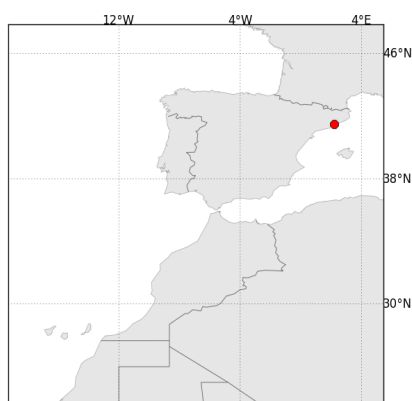
2. Descripción del sistema FV

Potencia instalada: **50.0 kWp**
 Tipo de módulos: silicio cristalino (**c-Si**)
 Estructura: **estructura fija, sobreelevada**
 Orient./Incl.: **180° (sur) / 35°**
 Efic. (Euro) inversor: 97.5%
 Pérdidas DC/AC: 5.5% / 1.5%
 Disponibilidad: 99.0%

Producción eléctrica anual media: **75.6 MWh**
 Rendimiento medio: **78.7%**

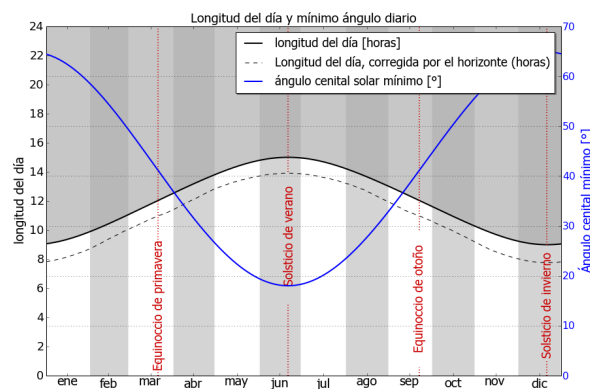
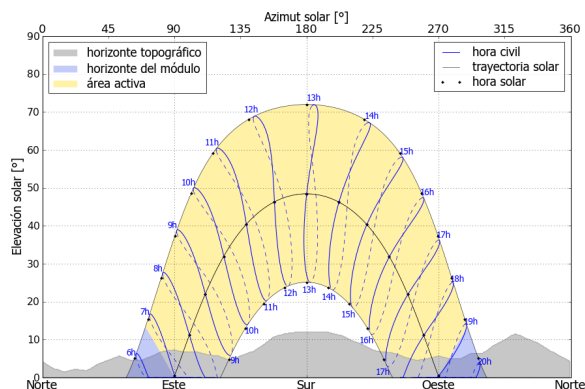
Localización en el mapa: <http://solargis.info/imaps/#tl=Google:satellite&loc=41.4701016398,2.18430250883&z=19>

3. Localización geográfica



Google Maps © 2016 Google

4. Horizonte topográfico y longitud del día



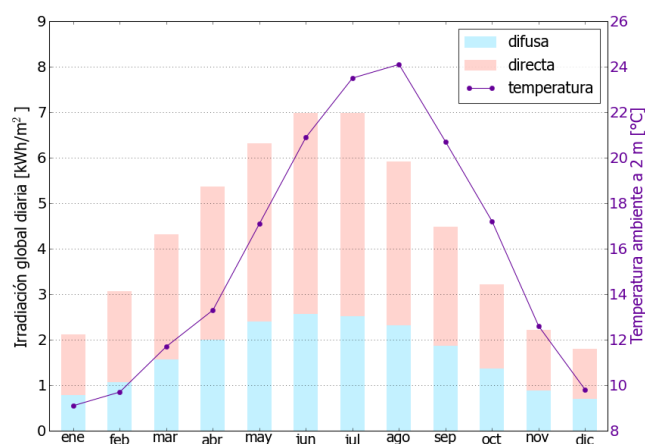
Izquierda: Trayectoria solar anual. El horizonte topográfico (en gris) y el horizonte del módulo (en azul) pueden dar lugar a ocultaciones solares. Los puntos negros muestran el tiempo solar verdadero. Las etiquetas en azul indican la hora civil local.

Derecha: Duración del día y ángulo cenital solar a lo largo del año. Si el horizonte local no es nulo, la duración real del día (tiempo en que el Sol está por encima del horizonte local) es menor que la duración astronómica.

Sitio: Montcada i Reixac, España, lat/lon: 41.4701°/2.1843°
sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 35°

5. Irradiación global horizontal y temperatura ambiente - referencia climática

Mes	Gh _m	Gh _d	Dh _d	T ₂₄
ene	66	2.11	0.78	9.1
feb	86	3.07	1.07	9.7
mar	134	4.32	1.56	11.7
abr	161	5.37	2.00	13.3
may	196	6.31	2.40	17.1
jun	210	6.98	2.56	20.9
jul	217	6.98	2.51	23.5
ago	183	5.91	2.32	24.1
sep	135	4.48	1.86	20.7
oct	100	3.22	1.36	17.2
nov	67	2.22	0.89	12.6
dic	56	1.80	0.70	9.8
año	1608	4.40	1.67	15.8



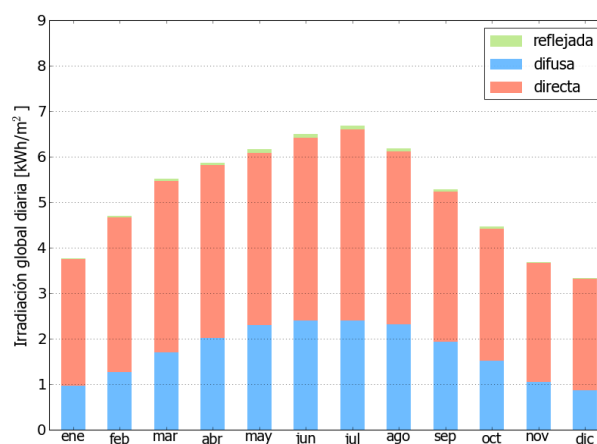
Medias anuales:

Gh_m Irradiación global mensual [kWh/m²]
Gh_d Irradiación global diaria [kWh/m²]
Dh_d Irradiación difusa diaria [kWh/m²]
T₂₄ Temperatura ambiente diaria (diurna) [°C]

6. Irradiación global en plano inclinado

Superficie fija, azimut 180° (sur), inclinación. 35°

Mes	Gi _m	Gi _d	Di _d	Ri _d	Sh _{loss}
ene	117	3.77	0.96	0.02	1.7
feb	132	4.70	1.26	0.03	1.4
mar	171	5.52	1.70	0.05	1.4
abr	176	5.87	2.02	0.06	1.4
may	191	6.16	2.30	0.07	1.6
jun	195	6.50	2.40	0.08	1.5
jul	207	6.68	2.40	0.08	1.4
ago	191	6.18	2.31	0.07	1.5
sep	159	5.29	1.94	0.05	1.6
oct	138	4.46	1.51	0.04	1.5
nov	111	3.69	1.05	0.03	1.7
dic	103	3.33	0.86	0.02	2.5
año	1891	5.18	1.73	0.05	1.6



Medias mensuales:

Gi_m Irradiación global mensual [kWh/m²]
Gi_d Irradiación global diaria [kWh/m²]
Di_d Irradiación difusa diaria [kWh/m²]
Ri_d Irradiación reflejada diaria [kWh/m²]

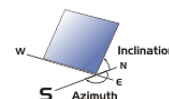
Sh_{loss} Pérdidas de irradiación global por sombreado topográfico [%]

Irradiación global anual media para diferentes tipos de superficie:

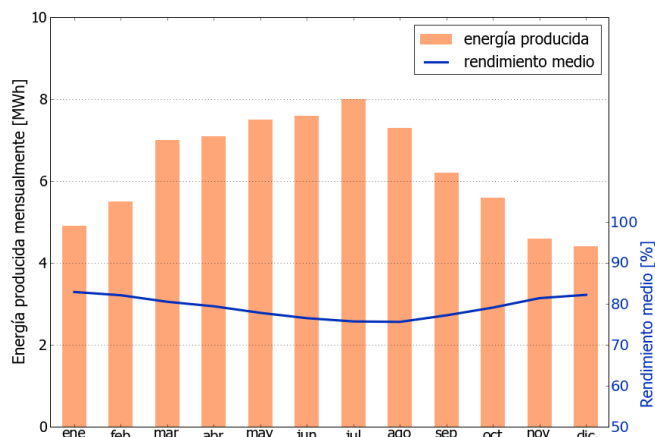
	kWh/m²	relativo a la inclinación óptima
Horizontal	1608	85.0%
Con inclinación óptima (35°)	1891	100.0%
Seguimiento a 2 ejes	2448	129.5%
Su opción	1891	100.0%

Sitio: Montcada i Reixac, España, lat/lon: 41.4701°/2.1843°
sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 35°

7. Producción eléctrica FV inicial



Mes	Es _m	Es _d	Et _m	E _{share}	PR
ene	98	3.17	4.9	6.5	82.9
feb	110	3.91	5.5	7.2	82.1
mar	140	4.50	7.0	9.2	80.5
abr	142	4.73	7.1	9.4	79.4
may	151	4.87	7.5	10.0	77.8
jun	152	5.05	7.6	10.0	76.5
jul	159	5.13	8.0	10.5	75.7
ago	147	4.74	7.3	9.7	75.6
sep	125	4.15	6.2	8.2	77.2
oct	111	3.58	5.6	7.3	79.1
nov	92	3.05	4.6	6.1	81.4
dic	87	2.81	4.4	5.8	82.2
año	1512	4.14	75.6	100.0	78.7



Medias mensuales:

Es_m Producción eléctrica específica mensual total [kWh/kWp]
Es_d Producción eléctrica específica diaria total [kWh/kWp]
Et_m Producción eléctrica mensual total [MWh]

E_{share} Porcentaje mensual de producción eléctrica [%]
PR Rendimiento [%]

8. Pérdidas y rendimiento del sistema

Fase en la conversión de energía	Energía producida [kWh/kWp]	Pérdidas [kWh/kWp]	Pérdidas [%]	Rendimiento [parcial %]	Rendimiento [acumul. %]
1. Irrad. global incidente en la superficie (entrada)	1920	-	-	100.0	100.0
2. Irrad. global reducida por el sombreado topográfico	1891	-30	-1.6	98.4	98.4
3. Irrad. global reducida por la reflectividad	1842	-49	-2.6	97.4	95.9
4. Conversión DC en los módulos	1683	-159	-8.6	91.4	87.6
5. Otras pérdidas DC	1590	-93	-5.5	94.5	82.8
6. Inversores (conversión DC/AC)	1551	-40	-2.5	97.5	80.7
7. Pérdidas en AC en el transformador y el cableado	1527	-23	-1.5	98.5	79.5
8. Disponibilidad reducida	1512	-15	-1.0	99.0	78.7
Rendimiento total del sistema	1512	-408	-21.3	-	78.7

Fases de conversión de la energía y pérdidas asociadas:

1. Se asume una producción inicial bajo condiciones estándar de operación,
2. Reducción de la irradiación global debido a obstrucciones por el horizonte topográfico y otros módulos FV,
3. Proporción de irradiación global que es reflejada por la superficie de los módulos FV (típicamente, cristalinos),
4. Pérdidas en los módulos debido a la conversión de radiación solar en corriente continua (DC); cambio de la eficiencia por desvío de las condiciones estándar de operación,
5. Pérdidas DC: desajuste entre módulos FV, pérdidas de calor en los cables y conexiones, pérdidas debidas a suciedad, nieve, hielo y auto-sombreado de los módulos FV,
6. Este paso considera la eficiencia (Euro) para aproximar las pérdidas promedio en el inversor,
7. Las pérdidas en la sección AC y el transformador (donde sea aplicable) dependen de la arquitectura del sistema,
8. El parámetro de disponibilidad asume pérdidas debido a periodos de inactividad causados por operaciones de mantenimiento o fallos.

Las pérdidas en los pasos 2 y 4 están modeladas numéricamente en pvPlanner. Las pérdidas en los pasos 5 y 8 deben ser calculadas por el usuario. Los modelos de simulación tienen incertidumbres inherentes que no se contemplan en este informe. Si desea evaluar posibles riesgos, puede encontrar información adicional sobre los métodos de simulación empleados y las incertidumbres asociadas en <http://solargis.com/products/pvplanner/>.

Sitio: Montcada i Reixac, España, lat/lon: 41.4701°/2.1843°
sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 35°

9. Solargis v21a - descripción de la base de datos

Solargis es una base de datos climáticos de alta resolución operada por Solargis s.r.o.. Las capas de información incluyen la radiación solar, la temperatura ambiente y datos del terreno (altura y horizonte).

Temperatura ambiente a 2 m: obtenida a partir de los reanálisis del CFSR (© NOAA NCEP, USA); años: 1994 - 2011; refinado a valores cada 15 minutos. Los datos han sido tratados topográficamente (la resolución de 1 km) para incluir la alta variabilidad espacial del terreno.

Radiación solar: obtenida a partir de los datos atmosféricos y del datos de satélite:

- Meteosat PRIME satélite (© EUMETSAT, Alemania) 1994 - 2015, los valores de 15 minutos o 30 minutos para Europa, África y Oriente Medio,
- Meteosat IODC satélite (© EUMETSAT, Alemania) 1999 - 2015, 30 - valores de minutos para Asia,
- GOES EAST satélite (© NOAA, USA) 1999 - 2015, 30 minutos los valores de América,
- GOES WEST satélite (© NOAA, USA) 1999 - 2015, 30 minutos los valores de América y Pacífico,
- MTSAT satélite (© JMA, Japón) 2007 - 2015, los valores de 30 minutos para el Pacífico,
- MACC-II/CAMS (© ECMWF, UK) 2003 - 2015, los datos atmosféricos,
- GFS (© NOAA, USA), 1994 - 2015, los datos atmosféricos,
- MERRA-2 (© NASA, USA), 1994 - 2002, los datos atmosféricos.

Esta evaluación asume años de 365 días. Ocasionalmente, pueden aparecer errores de redondeo numérico que no son atribuibles a defectos del algoritmo aplicado. Puede consultar información adicional sobre los datos, algoritmos y la incertidumbre aplicados en: <http://solargis.com/products/pvplanner/>.

10. Proveedor del servicio

Solargis s.r.o. , Milana Marečka 3, 84108 Bratislava, Eslovaquia; ID del proveedor: 45 354 766, CIF: SK2022962766; Registro: Registro comercial, Juzgado de Distrito Bratislava I, Sección Sro, Archivo 62765/B

11. Modo de uso

Este informe muestra la estimación de la energía solar en la fase de puesta en marcha de un sistema fotovoltaico. Las estimaciones son lo suficientemente precisas para sistemas FV pequeños y medianos. Para simulaciones con seguidores solares, sólo se presentan opciones teóricas sin considerar 'backtracking' ni sombreado. Para la planificación y financiación de grandes proyectos, es necesaria más información:

1. Distribución estadística e incertidumbre de la radiación solar.
2. Especificación detallada del sistema FV
3. Variabilidad interanual e incertidumbre P90 de la producción FV
4. Ciclo de vida de la producción energética teniendo en cuenta la degradación del rendimiento de los componentes FV. Puede encontrar más información acerca del cálculo completo de la producción FV en: <http://solargis.com/products/pv-yield-assessment-study/>.

12. Responsabilidad e información legal

Dada la naturaleza fluctuante del clima, los cambios inter- anuales del mismo, y la incertidumbre en las medidas y los procedimientos de cálculo aplicados, Solargis s.r.o. no puede garantizar totalmente la exactitud de sus datos. No obstante, se ha puesto el máximo empeño en el cálculo preciso de las condiciones climáticas basándose en los mejores datos, software y conocimiento disponibles. Solargis s.r.o. no se responsabiliza de ningún daño ocasionado directa o indirectamente como consecuencia del uso del informe proporcionado.

Este informe es propiedad de © 2016 Solargis s.r.o., todos los derechos reservados.
Solargis® es una marca registrada de Solargis s.r.o.

13. Información de contacto

Este informe ha sido generado por SUNCO ENERGY, S.L., C/Bergueda 1 A-3, 08820, BARCELONA, Spain,
<http://www.suncosystems.com>.

Este documento está firmado electrónicamente por Solargis s.r.o..

EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA

Número del informe: PV-29361-1611-541
Fecha: 16 de noviembre de 2016 17:29 (UTC)

1. Descripción del emplazamiento

Nombre del sitio: Barcelona, España

Coordenadas: **41° 27' 42.33" N, 02° 10' 38.97" E**
Elevación: 79 m
Pendiente: 13°
Orientación: 114° sudeste

Irradiación global anual en plano inclinado: **1896 kWh/m²**
Temperatura ambiente anual a 2 m: **15.8 °C**

2. Descripción del sistema FV

Potencia instalada: **50.0 kWp**
Tipo de módulos: silicio cristalino (**c-Si**)
Estructura: **estructura fija, sobreelevada**
Orient./Incl.: **180° (sur) / 36°**
Efic. (Euro) inversor: 97.5%
Pérdidas DC/AC: 5.5% / 1.5%
Disponibilidad: 99.0%

Producción eléctrica anual media: **75.9 MWh**
Rendimiento medio: **79.2%**

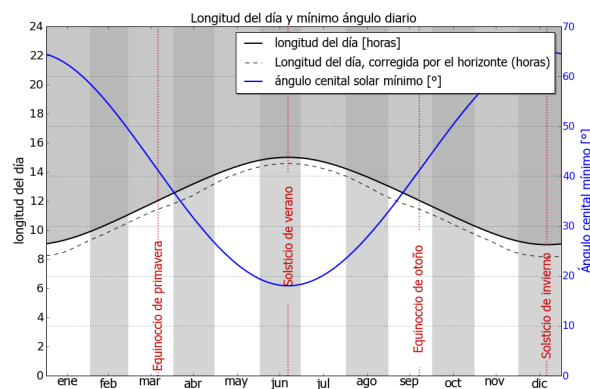
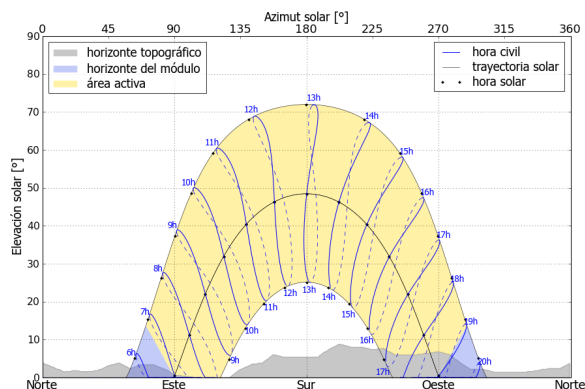
Localización en el mapa: <http://solargis.info/imaps/#tl=Google:satellite&loc=41.4617590633,2.17749238014&z=19>

3. Localización geográfica



Google Maps © 2016 Google

4. Horizonte topográfico y longitud del día



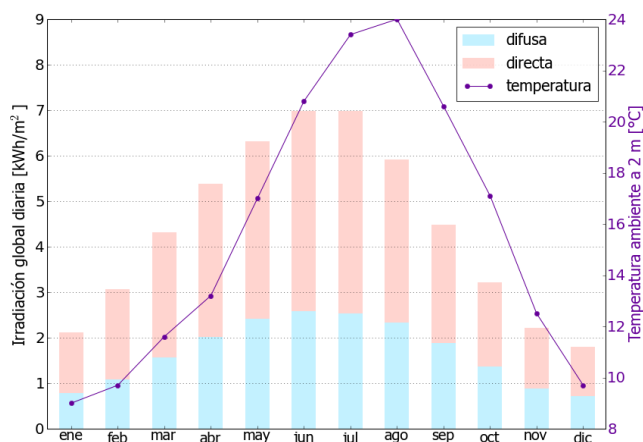
Izquierda: Trayectoria solar anual. El horizonte topográfico (en gris) y el horizonte del módulo (en azul) pueden dar lugar a ocultaciones solares. Los puntos negros muestran el tiempo solar verdadero. Las etiquetas en azul indican la hora civil local.

Derecha: Duración del día y ángulo cenital solar a lo largo del año. Si el horizonte local no es nulo, la duración real del día (tiempo en que el Sol está por encima del horizonte local) es menor que la duración astronómica.

Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.4618°/2.1775°
sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 36°

5. Irradiación global horizontal y temperatura ambiente - referencia climática

Mes	Gh _m	Gh _d	Dh _d	T ₂₄
ene	66	2.12	0.78	9.0
feb	86	3.07	1.08	9.7
mar	134	4.32	1.57	11.6
abr	161	5.38	2.01	13.2
may	196	6.31	2.42	17.0
jun	210	6.99	2.58	20.8
jul	216	6.98	2.53	23.4
ago	183	5.91	2.34	24.0
sep	134	4.48	1.88	20.6
oct	100	3.21	1.37	17.1
nov	67	2.22	0.89	12.5
dic	56	1.80	0.71	9.7
año	1608	4.41	1.68	15.8



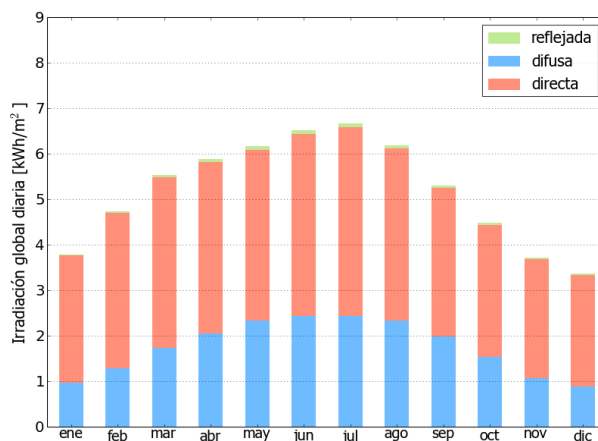
Medias anuales:

Gh_m Irradiación global mensual [kWh/m²]
Gh_d Irradiación global diaria [kWh/m²]
Dh_d Irradiación difusa diaria [kWh/m²]
T₂₄ Temperatura ambiente diaria (diurna) [°C]

6. Irradiación global en plano inclinado

Superficie fija, azimut 180° (sur), inclinación. 36°

Mes	Gi _m	Gi _d	Di _d	Ri _d	Sh _{loss}
ene	118	3.79	0.97	0.02	1.2
feb	133	4.74	1.28	0.04	0.7
mar	172	5.54	1.73	0.05	0.8
abr	177	5.88	2.05	0.06	0.9
may	191	6.16	2.33	0.07	1.0
jun	195	6.51	2.43	0.08	0.9
jul	207	6.67	2.43	0.08	0.8
ago	191	6.18	2.34	0.07	0.9
sep	159	5.30	1.98	0.05	1.0
oct	139	4.48	1.54	0.04	0.9
nov	111	3.72	1.07	0.03	1.1
dic	104	3.36	0.88	0.02	1.9
año	1896	5.20	1.75	0.05	1.0



Medias mensuales:

Gi_m Irradiación global mensual [kWh/m²]
Gi_d Irradiación global diaria [kWh/m²]
Di_d Irradiación difusa diaria [kWh/m²]
Ri_d Irradiación reflejada diaria [kWh/m²]

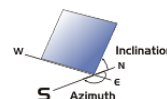
Sh_{loss} Pérdidas de irradiación global por sombreado topográfico [%]

Irradiación global anual media para diferentes tipos de superficie:

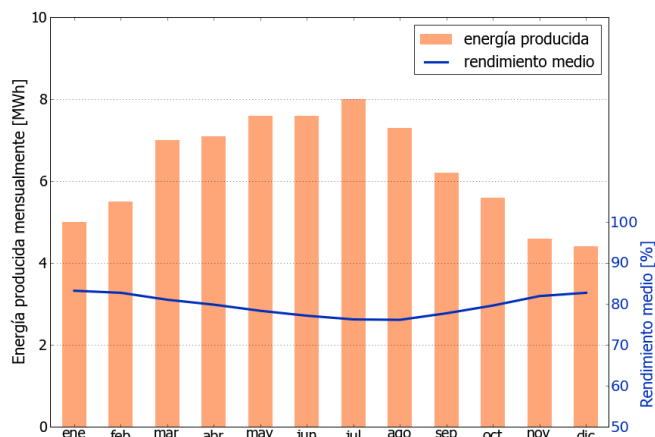
	kWh/m²	relativo a la inclinación óptima
Horizontal	1608	84.8%
Con inclinación óptima (36°)	1896	100.0%
Seguimiento a 2 ejes	2459	129.7%
Su opción	1896	100.0%

Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.4618°/2.1775°
sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 36°

7. Producción eléctrica FV inicial



Mes	Es _m	Es _d	Et _m	E _{share}	PR
ene	99	3.20	5.0	6.5	83.2
feb	110	3.94	5.5	7.3	82.7
mar	140	4.52	7.0	9.2	81.0
abr	142	4.74	7.1	9.4	79.8
may	151	4.88	7.6	10.0	78.3
jun	152	5.06	7.6	10.0	77.1
jul	159	5.13	8.0	10.5	76.2
ago	147	4.74	7.3	9.7	76.1
sep	125	4.16	6.2	8.2	77.7
oct	111	3.59	5.6	7.3	79.6
nov	92	3.07	4.6	6.1	81.9
dic	88	2.84	4.4	5.8	82.7
año	1517	4.16	75.9	100.0	79.2



Medias mensuales:

Es_m Producción eléctrica específica mensual total [kWh/kWp]
Es_d Producción eléctrica específica diaria total [kWh/kWp]
Et_m Producción eléctrica mensual total [MWh]

E_{share} Percentage mensual de producción eléctrica [%]
PR Rendimiento [%]

8. Pérdidas y rendimiento del sistema

Fase en la conversión de energía	Energía producida [kWh/kWp]	Pérdidas [kWh/kWp]	Pérdidas [%]	Rendimiento [parcial %]	Rendimiento [acumul. %]
1. Irrad. global incidente en la superficie (entrada)	1915	-	-	100.0	100.0
2. Irrad. global reducida por el sombreado topográfico	1896	-19	-1.0	99.0	99.0
3. Irrad. global reducida por la reflectividad	1847	-50	-2.6	97.4	96.4
4. Conversión DC en los módulos	1689	-158	-8.6	91.4	88.2
5. Otras pérdidas DC	1596	-93	-5.5	94.5	83.3
6. Inversores (conversión DC/AC)	1556	-40	-2.5	97.5	81.2
7. Pérdidas en AC en el transformador y el cableado	1533	-23	-1.5	98.5	80.0
8. Disponibilidad reducida	1517	-15	-1.0	99.0	79.2
Rendimiento total del sistema	1517	-398	-20.8	-	79.2

Fases de conversión de la energía y pérdidas asociadas:

1. Se asume una producción inicial bajo condiciones estándar de operación,
2. Reducción de la irradiación global debido a obstrucciones por el horizonte topográfico y otros módulos FV,
3. Proporción de irradiación global que es reflejada por la superficie de los módulos FV (típicamente, cristalinos),
4. Pérdidas en los módulos debido a la conversión de radiación solar en corriente continua (DC); cambio de la eficiencia por desvío de las condiciones estándar de operación,
5. Pérdidas DC: desajuste entre módulos FV, pérdidas de calor en los cables y conexiones, pérdidas debidas a suciedad, nieve, hielo y auto-sombreado de los módulos FV,
6. Este paso considera la eficiencia (Euro) para aproximar las pérdidas promedio en el inversor,
7. Las pérdidas en la sección AC y el transformador (donde sea aplicable) dependen de la arquitectura del sistema,
8. El parámetro de disponibilidad asume pérdidas debido a periodos de inactividad causados por operaciones de mantenimiento o fallos.

Las pérdidas en los pasos 2 y 4 están modeladas numéricamente en pvPlanner. Las pérdidas en los pasos 5 y 8 deben ser calculadas por el usuario. Los modelos de simulación tienen incertidumbres inherentes que no se contemplan en este informe. Si desea evaluar posibles riesgos, puede encontrar información adicional sobre los métodos de simulación empleados y las incertidumbres asociadas en <http://solargis.com/products/pvplanner/>.

Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.4618°/2.1775°

sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 36°

9. Solargis v21a - descripción de la base de datos

Solargis es una base de datos climáticos de alta resolución operada por Solargis s.r.o.. Las capas de información incluyen la radiación solar, la temperatura ambiente y datos del terreno (altura y horizonte).

Temperatura ambiente a 2 m: obtenida a partir de los reanálisis del CFSR (© NOAA NCEP, USA); años: 1994 - 2011; refinado a valores cada 15 minutos. Los datos han sido tratados topográficamente (la resolución de 1 km) para incluir la alta variabilidad espacial del terreno.

Radiación solar: obtenida a partir de los datos atmosféricos y del datos de satélite:

- Meteosat PRIME satélite (© EUMETSAT, Alemania) 1994 - 2015, los valores de 15 minutos o 30 minutos para Europa, África y Oriente Medio,
- Meteosat IODC satélite (© EUMETSAT, Alemania) 1999 - 2015, 30 - valores de minutos para Asia,
- GOES EAST satélite (© NOAA, USA) 1999 - 2015, 30 minutos los valores de América,
- GOES WEST satélite (© NOAA, USA) 1999 - 2015, 30 minutos los valores de América y Pacífico,
- MTSAT satélite (© JMA, Japón) 2007 - 2015, los valores de 30 minutos para el Pacífico,
- MACC-II/CAMS (© ECMWF, UK) 2003 - 2015, los datos atmosféricos,
- GFS (© NOAA, USA), 1994 - 2015, los datos atmosféricos,
- MERRA-2 (© NASA, USA), 1994 - 2002, los datos atmosféricos.

Esta evaluación asume años de 365 días. Ocasionalmente, pueden aparecer errores de redondeo numérico que no son atribuibles a defectos del algoritmo aplicado. Puede consultar información adicional sobre los datos, algoritmos y la incertidumbre aplicados en: <http://solargis.com/products/pvplanner/>.

10. Proveedor del servicio

Solargis s.r.o. , Milana Marečka 3, 84108 Bratislava, Eslovaquia; ID del proveedor: 45 354 766, CIF: SK2022962766; Registro: Registro comercial, Juzgado de Distrito Bratislava I, Sección Sro, Archivo 62765/B

11. Modo de uso

Este informe muestra la estimación de la energía solar en la fase de puesta en marcha de un sistema fotovoltaico. Las estimaciones son lo suficientemente precisas para sistemas FV pequeños y medianos. Para simulaciones con seguidores solares, sólo se presentan opciones teóricas sin considerar 'backtracking' ni sombreado. Para la planificación y financiación de grandes proyectos, es necesaria más información:

1. Distribución estadística e incertidumbre de la radiación solar.
2. Especificación detallada del sistema FV
3. Variabilidad interanual e incertidumbre P90 de la producción FV
4. Ciclo de vida de la producción energética teniendo en cuenta la degradación del rendimiento de los componentes FV. Puede encontrar más información acerca del cálculo completo de la producción FV en: <http://solargis.com/products/pv-yield-assessment-study/>.

12. Responsabilidad e información legal

Dada la naturaleza fluctuante del clima, los cambios inter-anales del mismo, y la incertidumbre en las medidas y los procedimientos de cálculo aplicados, Solargis s.r.o. no puede garantizar totalmente la exactitud de sus datos. No obstante, se ha puesto el máximo empeño en el cálculo preciso de las condiciones climáticas basándose en los mejores datos, software y conocimiento disponibles. Solargis s.r.o. no se responsabiliza de ningún daño ocasionado directa o indirectamente como consecuencia del uso del informe proporcionado.

Este informe es propiedad de © 2016 Solargis s.r.o., todos los derechos reservados. Solargis® es una marca registrada de Solargis s.r.o.

13. Información de contacto

Este informe ha sido generado por SUNCO ENERGY, S.L., C/Bergueda 1 A-3, 08820, BARCELONA, Spain, <http://www.suncosystems.com>.

Este documento está firmado electrónicamente por Solargis s.r.o..

EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA

Número del informe: PV-29361-1611-554
Fecha: 17 de noviembre de 2016 09:05 (UTC)

1. Descripción del emplazamiento

Nombre del sitio: Barcelona, España

Coordenadas: **41° 27' 25.29" N, 02° 10' 33.47" E**
Elevación: 106 m
Pendiente: 10°
Orientación: 61° noreste

Irradiación global anual en plano inclinado: **1865 kWh/m²**
Temperatura ambiente anual a 2 m: **15.6 °C**

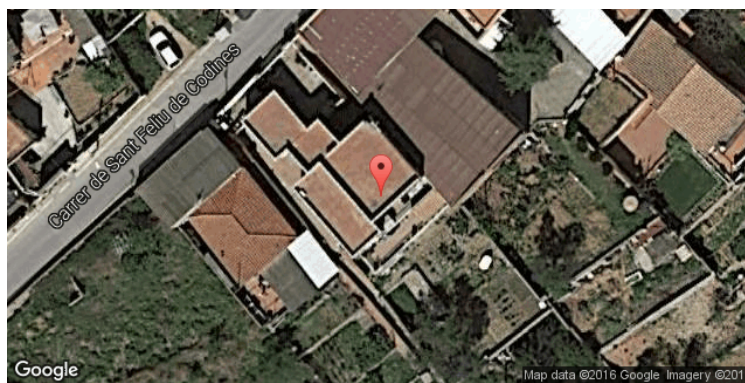
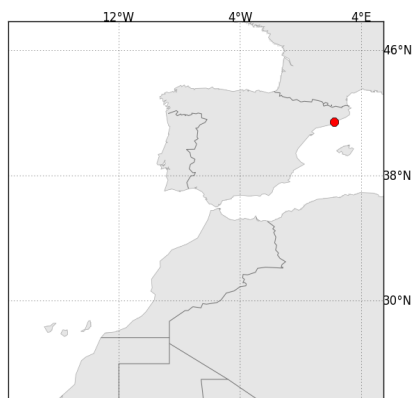
2. Descripción del sistema FV

Potencia instalada: **50.0 kWp**
Tipo de módulos: silicio cristalino (**c-Si**)
Estructura: **estructura fija, sobreelevada**
Orient./Incl.: **180° (sur) / 35°**
Efic. (Euro) inversor: 97.5%
Pérdidas DC/AC: 5.5% / 1.5%
Disponibilidad: 99.0%

Producción eléctrica anual media: **74.6 MWh**
Rendimiento medio: **78.1%**

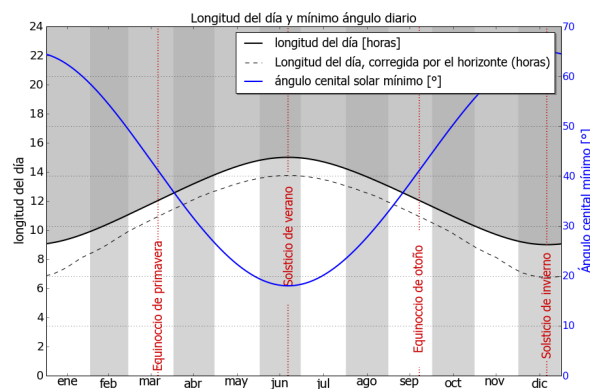
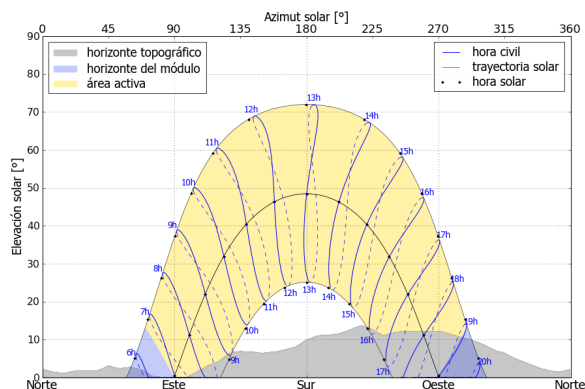
Localización en el mapa: <http://solargis.info/imaps/#tl=Google:satellite&loc=41.4570259149,2.17596486211&z=20>

3. Localización geográfica



Google Maps © 2016 Google

4. Horizonte topográfico y longitud del día



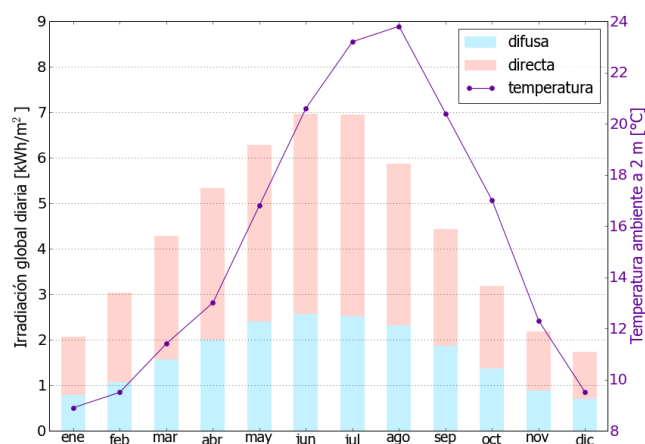
Izquierda: Trayectoria solar anual. El horizonte topográfico (en gris) y el horizonte del módulo (en azul) pueden dar lugar a ocultaciones solares. Los puntos negros muestran el tiempo solar verdadero. Las etiquetas en azul indican la hora civil local.

Derecha: Duración del día y ángulo cenital solar a lo largo del año. Si el horizonte local no es nulo, la duración real del día (tiempo en que el Sol está por encima del horizonte local) es menor que la duración astronómica.

Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.4570°/2.1760°
sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 35°

5. Irradiación global horizontal y temperatura ambiente - referencia climática

Mes	Gh _m	Gh _d	Dh _d	T ₂₄
ene	64	2.06	0.78	8.9
feb	85	3.04	1.07	9.5
mar	133	4.28	1.56	11.4
abr	160	5.34	2.00	13.0
may	195	6.29	2.40	16.8
jun	209	6.96	2.56	20.6
jul	215	6.95	2.51	23.2
ago	182	5.87	2.32	23.8
sep	133	4.43	1.86	20.4
oct	99	3.19	1.36	17.0
nov	66	2.19	0.88	12.3
dic	54	1.74	0.70	9.5
año	1594	4.37	1.67	15.6



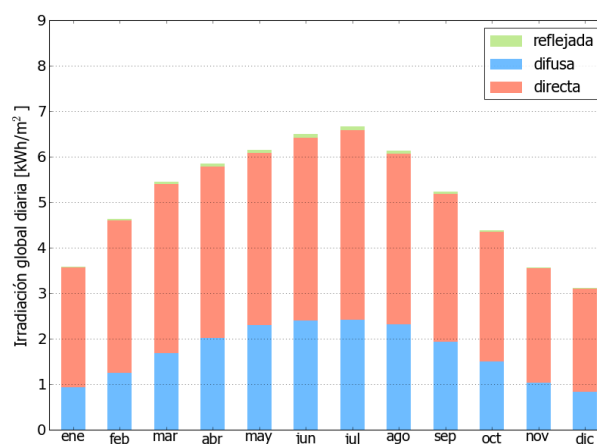
Medias anuales:

Gh_m Irradiación global mensual [kWh/m²]
Gh_d Irradiación global diaria [kWh/m²]
Dh_d Irradiación difusa diaria [kWh/m²]
T₂₄ Temperatura ambiente diaria (diurna) [°C]

6. Irradiación global en plano inclinado

Superficie fija, azimut 180° (sur), inclinación. 35°

Mes	Gi _m	Gi _d	Di _d	Ri _d	Sh _{loss}
ene	111	3.58	0.93	0.02	5.8
feb	130	4.63	1.25	0.03	2.1
mar	169	5.45	1.69	0.05	2.0
abr	175	5.85	2.02	0.06	1.7
may	191	6.15	2.30	0.07	1.6
jun	195	6.50	2.40	0.08	1.5
jul	207	6.67	2.41	0.08	1.4
ago	190	6.13	2.31	0.06	1.6
sep	157	5.23	1.94	0.05	2.1
oct	136	4.39	1.50	0.04	2.2
nov	107	3.57	1.03	0.02	3.8
dic	97	3.12	0.84	0.02	7.9
año	1865	5.11	1.72	0.05	2.5



Medias mensuales:

Gi_m Irradiación global mensual [kWh/m²]
Gi_d Irradiación global diaria [kWh/m²]
Di_d Irradiación difusa diaria [kWh/m²]
Ri_d Irradiación reflejada diaria [kWh/m²]

Sh_{loss} Pérdidas de irradiación global por sombreado topográfico [%]

Irradiación global anual media para diferentes tipos de superficie:

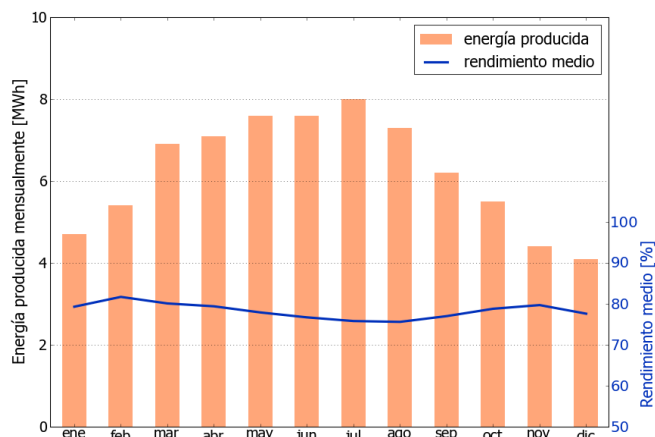
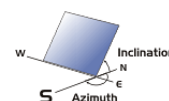
	kWh/m²	relativo a la inclinación óptima
Horizontal	1594	85.5%
Con inclinación óptima (35°)	1865	100.0%
Seguimiento a 2 ejes	2390	128.2%
Su opción	1865	100.0%

Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.4570°/2.1760°

sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 35°

7. Producción eléctrica FV inicial

Mes	E_{s_m}	E_{s_d}	E_{t_m}	E_{share}	PR
ene	94	3.02	4.7	6.3	79.3
feb	108	3.86	5.4	7.2	81.7
mar	138	4.45	6.9	9.3	80.1
abr	142	4.72	7.1	9.5	79.4
may	151	4.87	7.6	10.1	77.9
jun	152	5.07	7.6	10.2	76.7
jul	159	5.13	8.0	10.7	75.8
ago	146	4.72	7.3	9.8	75.6
sep	123	4.11	6.2	8.3	77.0
oct	110	3.53	5.5	7.3	78.8
nov	89	2.96	4.4	6.0	79.7
dic	82	2.63	4.1	5.5	77.6
año	1493	4.09	74.6	100.0	78.1



Medias mensuales:

E_{s_m} Producción eléctrica específica mensual total [kWh/kWp]
 E_{s_d} Producción eléctrica específica diaria total [kWh/kWp]
 E_{t_m} Producción eléctrica mensual total [MWh]

E_{share} Porcentaje mensual de producción eléctrica [%]
 PR Rendimiento [%]

8. Pérdidas y rendimiento del sistema

Fase en la conversión de energía	Energía producida [kWh/kWp]	Pérdidas [kWh/kWp]	Pérdidas [%]	Rendimiento [parcial %]	Rendimiento [acumul. %]
1. Irrad. global incidente en la superficie (entrada)	1912	-	-	100.0	100.0
2. Irrad. global reducida por el sombreado topográfico	1865	-47	-2.5	97.5	97.5
3. Irrad. global reducida por la reflectividad	1817	-48	-2.6	97.4	95.0
4. Conversión DC en los módulos	1662	-155	-8.5	91.5	86.9
5. Otras pérdidas DC	1570	-91	-5.5	94.5	82.1
6. Inversores (conversión DC/AC)	1531	-39	-2.5	97.5	80.1
7. Pérdidas en AC en el transformador y el cableado	1508	-23	-1.5	98.5	78.9
8. Disponibilidad reducida	1493	-15	-1.0	99.0	78.1
Rendimiento total del sistema	1493	-419	-21.9	-	78.1

Fases de conversión de la energía y pérdidas asociadas:

1. Se asume una producción inicial bajo condiciones estándar de operación,
2. Reducción de la irradiación global debido a obstrucciones por el horizonte topográfico y otros módulos FV,
3. Proporción de irradiación global que es reflejada por la superficie de los módulos FV (típicamente, cristalinos),
4. Pérdidas en los módulos debido a la conversión de radiación solar en corriente continua (DC); cambio de la eficiencia por desvío de las condiciones estándar de operación,
5. Pérdidas DC: desajuste entre módulos FV, pérdidas de calor en los cables y conexiones, pérdidas debidas a suciedad, nieve, hielo y auto-sombreado de los módulos FV,
6. Este paso considera la eficiencia (Euro) para aproximar las pérdidas promedio en el inversor,
7. Las pérdidas en la sección AC y el transformador (donde sea aplicable) dependen de la arquitectura del sistema,
8. El parámetro de disponibilidad asume pérdidas debido a periodos de inactividad causados por operaciones de mantenimiento o fallos.

Las pérdidas en los pasos 2 y 4 están modeladas numéricamente en pvPlanner. Las pérdidas en los pasos 5 y 8 deben ser calculadas por el usuario. Los modelos de simulación tienen incertidumbres inherentes que no se contemplan en este informe. Si desea evaluar posibles riesgos, puede encontrar información adicional sobre los métodos de simulación empleados y las incertidumbres asociadas en <http://solargis.com/products/pvplanner/>.

Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.4570°/2.1760°
sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 35°

9. Solargis v21a - descripción de la base de datos

Solargis es una base de datos climáticos de alta resolución operada por Solargis s.r.o.. Las capas de información incluyen la radiación solar, la temperatura ambiente y datos del terreno (altura y horizonte).

Temperatura ambiente a 2 m: obtenida a partir de los reanálisis del CFSR (© NOAA NCEP, USA); años: 1994 - 2011; refinado a valores cada 15 minutos. Los datos han sido tratados topográficamente (la resolución de 1 km) para incluir la alta variabilidad espacial del terreno.

Radiación solar: obtenida a partir de los datos atmosféricos y del datos de satélite:

- Meteosat PRIME satélite (© EUMETSAT, Alemania) 1994 - 2015, los valores de 15 minutos o 30 minutos para Europa, África y Oriente Medio,
- Meteosat IODC satélite (© EUMETSAT, Alemania) 1999 - 2015, 30 - valores de minutos para Asia,
- GOES EAST satélite (© NOAA, USA) 1999 - 2015, 30 minutos los valores de América,
- GOES WEST satélite (© NOAA, USA) 1999 - 2015, 30 minutos los valores de América y Pacífico,
- MTSAT satélite (© JMA, Japón) 2007 - 2015, los valores de 30 minutos para el Pacífico,
- MACC-II/CAMS (© ECMWF, UK) 2003 - 2015, los datos atmosféricos,
- GFS (© NOAA, USA), 1994 - 2015, los datos atmosféricos,
- MERRA-2 (© NASA, USA), 1994 - 2002, los datos atmosféricos.

Esta evaluación asume años de 365 días. Ocasionalmente, pueden aparecer errores de redondeo numérico que no son atribuibles a defectos del algoritmo aplicado. Puede consultar información adicional sobre los datos, algoritmos y la incertidumbre aplicados en: <http://solargis.com/products/pvplanner/>.

10. Proveedor del servicio

Solargis s.r.o. , Milana Marečka 3, 84108 Bratislava, Eslovaquia; ID del proveedor: 45 354 766, CIF: SK2022962766; Registro: Registro comercial, Juzgado de Distrito Bratislava I, Sección Sro, Archivo 62765/B

11. Modo de uso

Este informe muestra la estimación de la energía solar en la fase de puesta en marcha de un sistema fotovoltaico. Las estimaciones son lo suficientemente precisas para sistemas FV pequeños y medianos. Para simulaciones con seguidores solares, sólo se presentan opciones teóricas sin considerar 'backtracking' ni sombreado. Para la planificación y financiación de grandes proyectos, es necesaria más información:

1. Distribución estadística e incertidumbre de la radiación solar.
2. Especificación detallada del sistema FV
3. Variabilidad interanual e incertidumbre P90 de la producción FV
4. Ciclo de vida de la producción energética teniendo en cuenta la degradación del rendimiento de los componentes FV. Puede encontrar más información acerca del cálculo completo de la producción FV en: <http://solargis.com/products/pv-yield-assessment-study/>.

12. Responsabilidad e información legal

Dada la naturaleza fluctuante del clima, los cambios inter-anales del mismo, y la incertidumbre en las medidas y los procedimientos de cálculo aplicados, Solargis s.r.o. no puede garantizar totalmente la exactitud de sus datos. No obstante, se ha puesto el máximo empeño en el cálculo preciso de las condiciones climáticas basándose en los mejores datos, software y conocimiento disponibles. Solargis s.r.o. no se responsabiliza de ningún daño ocasionado directa o indirectamente como consecuencia del uso del informe proporcionado.

Este informe es propiedad de © 2016 Solargis s.r.o., todos los derechos reservados.
Solargis® es una marca registrada de Solargis s.r.o.

13. Información de contacto

Este informe ha sido generado por SUNCO ENERGY, S.L., C/Bergueda 1 A-3, 08820, BARCELONA, Spain,
<http://www.suncosystems.com>.

Este documento está firmado electrónicamente por Solargis s.r.o..

EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA

Número del informe: PV-29361-1611-568
Fecha: 17 de noviembre de 2016 09:14 (UTC)

1. Descripción del emplazamiento

Nombre del sitio: Barcelona, España

Coordenadas: **41° 26' 54.51" N, 02° 10' 59.25" E**
Elevación: 80 m
Pendiente: 4°
Orientación: 109° este

Irradiación global anual en plano inclinado: **1907 kWh/m²**
Temperatura ambiente anual a 2 m: **15.8 °C**

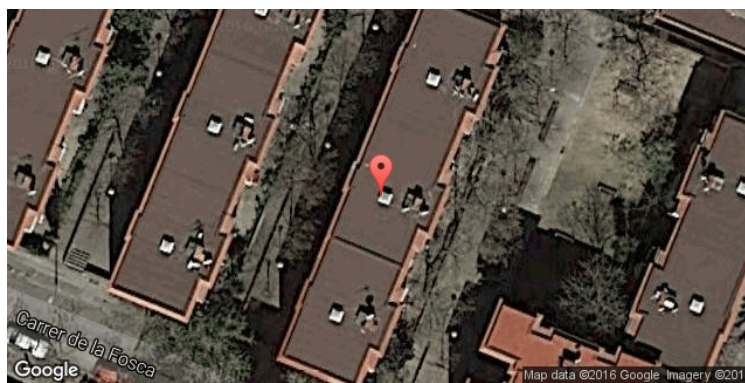
2. Descripción del sistema FV

Potencia instalada: **50.0 kWp**
Tipo de módulos: silicio cristalino (**c-Si**)
Estructura: **estructura fija, sobreelevada**
Orient./Incl.: **180° (sur) / 36°**
Efic. (Euro) inversor: 97.5%
Pérdidas DC/AC: 5.5% / 1.5%
Disponibilidad: 99.0%

Producción eléctrica anual media: **76.3 MWh**
Rendimiento medio: **79.9%**

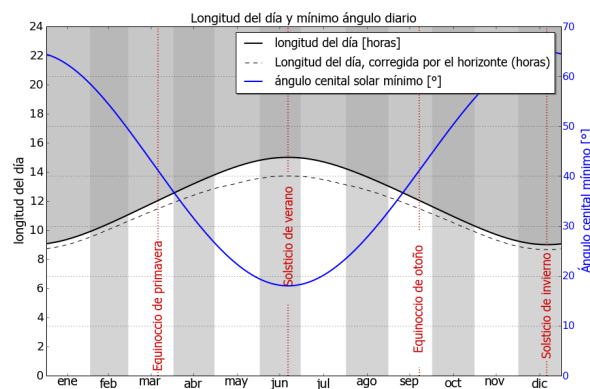
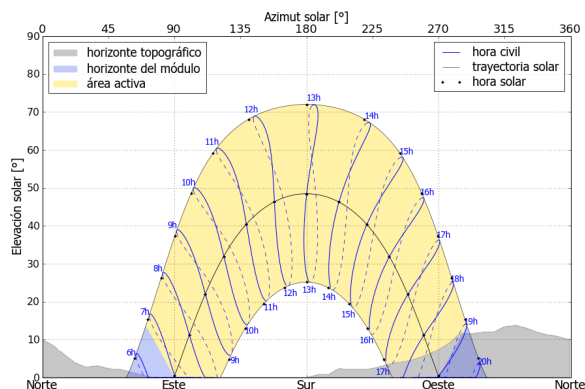
Localización en el mapa: <http://solargis.info/imaps/#tl=Google:satellite&loc=41.4484755236,2.18312636018&z=20>

3. Localización geográfica



Google Maps © 2016 Google

4. Horizonte topográfico y longitud del día



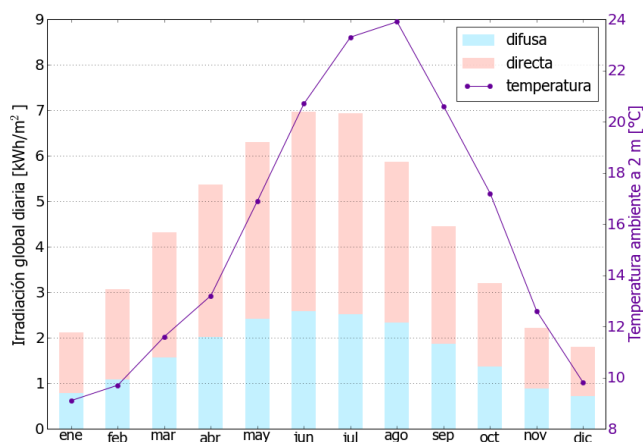
Izquierda: Trayectoria solar anual. El horizonte topográfico (en gris) y el horizonte del módulo (en azul) pueden dar lugar a ocultaciones solares. Los puntos negros muestran el tiempo solar verdadero. Las etiquetas en azul indican la hora civil local.

Derecha: Duración del día y ángulo cenital solar a lo largo del año. Si el horizonte local no es nulo, la duración real del día (tiempo en que el Sol está por encima del horizonte local) es menor que la duración astronómica.

Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.4485°/2.1831°
sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 36°

5. Irradiación global horizontal y temperatura ambiente - referencia climática

Mes	Gh _m	Gh _d	Dh _d	T ₂₄
ene	66	2.11	0.78	9.1
feb	86	3.06	1.08	9.7
mar	134	4.31	1.57	11.6
abr	161	5.37	2.01	13.2
may	195	6.30	2.41	16.9
jun	209	6.97	2.58	20.7
jul	215	6.94	2.52	23.3
ago	182	5.87	2.34	23.9
sep	134	4.45	1.87	20.6
oct	99	3.20	1.37	17.2
nov	67	2.22	0.89	12.6
dic	56	1.80	0.71	9.8
año	1603	4.39	1.68	15.8



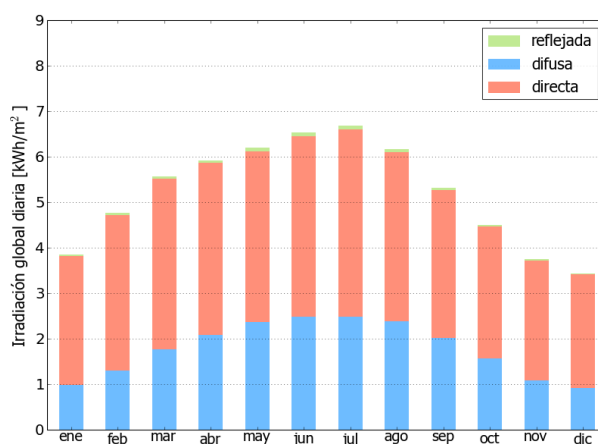
Medias anuales:

Gh_m Irradiación global mensual [kWh/m²]
Gh_d Irradiación global diaria [kWh/m²]
Dh_d Irradiación difusa diaria [kWh/m²]
T₂₄ Temperatura ambiente diaria (diurna) [°C]

6. Irradiación global en plano inclinado

Superficie fija, azimut 180° (sur), inclinación. 36°

Mes	Gi _m	Gi _d	Di _d	Ri _d	Sh _{loss}
ene	119	3.85	0.99	0.03	0.2
feb	133	4.76	1.30	0.04	0.2
mar	173	5.56	1.76	0.05	0.2
abr	178	5.92	2.09	0.06	0.2
may	192	6.20	2.37	0.08	0.2
jun	196	6.53	2.48	0.08	0.2
jul	207	6.68	2.48	0.08	0.2
ago	191	6.17	2.38	0.07	0.2
sep	159	5.31	2.02	0.05	0.3
oct	139	4.50	1.57	0.04	0.2
nov	113	3.75	1.09	0.03	0.2
dic	107	3.44	0.91	0.02	0.2
año	1907	5.22	1.79	0.05	0.2



Medias mensuales:

Gi_m Irradiación global mensual [kWh/m²]
Gi_d Irradiación global diaria [kWh/m²]
Di_d Irradiación difusa diaria [kWh/m²]
Ri_d Irradiación reflejada diaria [kWh/m²]

Sh_{loss} Pérdidas de irradiación global por sombreado topográfico [%]

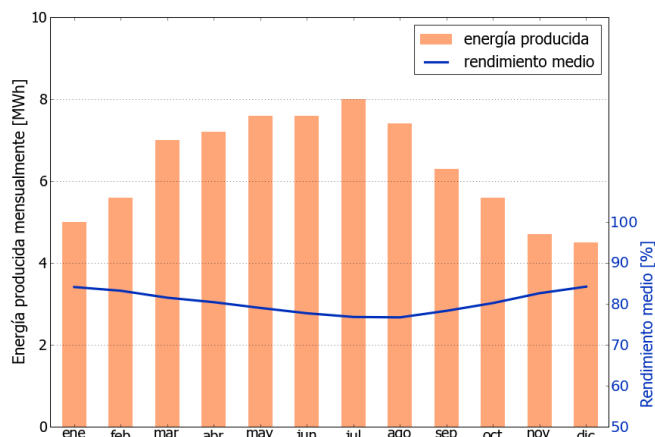
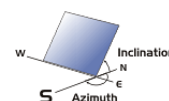
Irradiación global anual media para diferentes tipos de superficie:

	kWh/m²	relativo a la inclinación óptima
Horizontal	1602	84.0%
Con inclinación óptima (36°)	1907	100.0%
Seguimiento a 2 ejes	2456	128.8%
Su opción	1907	100.0%

Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.4485°/2.1831°
sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 36°

7. Producción eléctrica FV inicial

Mes	Es _m	Es _d	Et _m	E _{share}	PR
ene	101	3.24	5.0	6.6	84.1
feb	111	3.97	5.6	7.3	83.2
mar	141	4.55	7.0	9.2	81.5
abr	143	4.77	7.2	9.4	80.4
may	152	4.90	7.6	10.0	79.0
jun	153	5.08	7.6	10.0	77.7
jul	159	5.14	8.0	10.4	76.8
ago	147	4.75	7.4	9.6	76.7
sep	125	4.17	6.3	8.2	78.3
oct	112	3.62	5.6	7.3	80.2
nov	93	3.11	4.7	6.1	82.6
dic	90	2.90	4.5	5.9	84.2
año	1527	4.18	76.3	100.0	79.9



Medias mensuales:

Es_m Producción eléctrica específica mensual total [kWh/kWp]
Es_d Producción eléctrica específica diaria total [kWh/kWp]
Et_m Producción eléctrica mensual total [MWh]

E_{share} Percentage mensual de producción eléctrica [%]
PR Rendimiento [%]

8. Pérdidas y rendimiento del sistema

Fase en la conversión de energía	Energía producida [kWh/kWp]	Pérdidas [kWh/kWp]	Pérdidas [%]	Rendimiento [parcial %]	Rendimiento [acumul. %]
1. Irrad. global incidente en la superficie (entrada)	1911	-	-	100.0	100.0
2. Irrad. global reducida por el sombreado topográfico	1907	-4	-0.2	99.8	99.8
3. Irrad. global reducida por la reflectividad	1857	-50	-2.6	97.4	97.2
4. Conversión DC en los módulos	1700	-158	-8.5	91.5	88.9
5. Otras pérdidas DC	1606	-94	-5.5	94.5	84.0
6. Inversores (conversión DC/AC)	1566	-40	-2.5	97.5	81.9
7. Pérdidas en AC en el transformador y el cableado	1542	-24	-1.5	98.5	80.7
8. Disponibilidad reducida	1527	-16	-1.0	99.0	79.9
Rendimiento total del sistema	1527	-384	-20.1	-	79.9

Fases de conversión de la energía y pérdidas asociadas:

1. Se asume una producción inicial bajo condiciones estándar de operación,
2. Reducción de la irradiación global debido a obstrucciones por el horizonte topográfico y otros módulos FV,
3. Proporción de irradiación global que es reflejada por la superficie de los módulos FV (típicamente, cristalinos),
4. Pérdidas en los módulos debido a la conversión de radiación solar en corriente continua (DC); cambio de la eficiencia por desvío de las condiciones estándar de operación,
5. Pérdidas DC: desajuste entre módulos FV, pérdidas de calor en los cables y conexiones, pérdidas debidas a suciedad, nieve, hielo y auto-sombreado de los módulos FV,
6. Este paso considera la eficiencia (Euro) para aproximar las pérdidas promedio en el inversor,
7. Las pérdidas en la sección AC y el transformador (donde sea aplicable) dependen de la arquitectura del sistema,
8. El parámetro de disponibilidad asume pérdidas debido a periodos de inactividad causados por operaciones de mantenimiento o fallos.

Las pérdidas en los pasos 2 y 4 están modeladas numéricamente en pvPlanner. Las pérdidas en los pasos 5 y 8 deben ser calculadas por el usuario. Los modelos de simulación tienen incertidumbres inherentes que no se contemplan en este informe. Si desea evaluar posibles riesgos, puede encontrar información adicional sobre los métodos de simulación empleados y las incertidumbres asociadas en <http://solargis.com/products/pvplanner/>.

Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.4485°/2.1831°
sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 36°

9. Solargis v21a - descripción de la base de datos

Solargis es una base de datos climáticos de alta resolución operada por Solargis s.r.o.. Las capas de información incluyen la radiación solar, la temperatura ambiente y datos del terreno (altura y horizonte).

Temperatura ambiente a 2 m: obtenida a partir de los reanálisis del CFSR (© NOAA NCEP, USA); años: 1994 - 2011; refinado a valores cada 15 minutos. Los datos han sido tratados topográficamente (la resolución de 1 km) para incluir la alta variabilidad espacial del terreno.

Radiación solar: obtenida a partir de los datos atmosféricos y del datos de satélite:

- Meteosat PRIME satélite (© EUMETSAT, Alemania) 1994 - 2015, los valores de 15 minutos o 30 minutos para Europa, África y Oriente Medio,
- Meteosat IODC satélite (© EUMETSAT, Alemania) 1999 - 2015, 30 - valores de minutos para Asia,
- GOES EAST satélite (© NOAA, USA) 1999 - 2015, 30 minutos los valores de América,
- GOES WEST satélite (© NOAA, USA) 1999 - 2015, 30 minutos los valores de América y Pacífico,
- MTSAT satélite (© JMA, Japón) 2007 - 2015, los valores de 30 minutos para el Pacífico,
- MACC-II/CAMS (© ECMWF, UK) 2003 - 2015, los datos atmosféricos,
- GFS (© NOAA, USA), 1994 - 2015, los datos atmosféricos,
- MERRA-2 (© NASA, USA), 1994 - 2002, los datos atmosféricos.

Esta evaluación asume años de 365 días. Ocasionalmente, pueden aparecer errores de redondeo numérico que no son atribuibles a defectos del algoritmo aplicado. Puede consultar información adicional sobre los datos, algoritmos y la incertidumbre aplicados en: <http://solargis.com/products/pvplanner/>.

10. Proveedor del servicio

Solargis s.r.o. , Milana Marečka 3, 84108 Bratislava, Eslovaquia; ID del proveedor: 45 354 766, CIF: SK2022962766; Registro: Registro comercial, Juzgado de Distrito Bratislava I, Sección Sro, Archivo 62765/B

11. Modo de uso

Este informe muestra la estimación de la energía solar en la fase de puesta en marcha de un sistema fotovoltaico. Las estimaciones son lo suficientemente precisas para sistemas FV pequeños y medianos. Para simulaciones con seguidores solares, sólo se presentan opciones teóricas sin considerar 'backtracking' ni sombreado. Para la planificación y financiación de grandes proyectos, es necesaria más información:

1. Distribución estadística e incertidumbre de la radiación solar.
2. Especificación detallada del sistema FV
3. Variabilidad interanual e incertidumbre P90 de la producción FV
4. Ciclo de vida de la producción energética teniendo en cuenta la degradación del rendimiento de los componentes FV. Puede encontrar más información acerca del cálculo completo de la producción FV en: <http://solargis.com/products/pv-yield-assessment-study/>.

12. Responsabilidad e información legal

Dada la naturaleza fluctuante del clima, los cambios inter- anuales del mismo, y la incertidumbre en las medidas y los procedimientos de cálculo aplicados, Solargis s.r.o. no puede garantizar totalmente la exactitud de sus datos. No obstante, se ha puesto el máximo empeño en el cálculo preciso de las condiciones climáticas basándose en los mejores datos, software y conocimiento disponibles. Solargis s.r.o. no se responsabiliza de ningún daño ocasionado directa o indirectamente como consecuencia del uso del informe proporcionado.

Este informe es propiedad de © 2016 Solargis s.r.o., todos los derechos reservados.
Solargis® es una marca registrada de Solargis s.r.o.

13. Información de contacto

Este informe ha sido generado por SUNCO ENERGY, S.L., C/Bergueda 1 A-3, 08820, BARCELONA, Spain,
<http://www.suncosystems.com>.

Este documento está firmado electrónicamente por Solargis s.r.o..

EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA

Número del informe: PV-29361-1611-582

Fecha: 17 de noviembre de 2016 09:19 (UTC)

1. Descripción del emplazamiento

Nombre del sitio: Barcelona, España

Coordenadas: **41° 26' 42.03" N, 02° 10' 26.68" E**

Elevación: 118 m

Pendiente: 7°

Orientación: 148° sudeste

Irradiación global anual en plano inclinado: **1904 kWh/m²**

Temperatura ambiente anual a 2 m: **15.6 °C**

2. Descripción del sistema FV

Potencia instalada: **50.0 kWp**

Tipo de módulos: silicio cristalino (**c-Si**)

Estructura: **estructura fija, sobreelevada**

Orient./Incl.: **180° (sur) / 36°**

Efic. (Euro) inversor: 97.5%

Pérdidas DC/AC: 5.5% / 1.5%

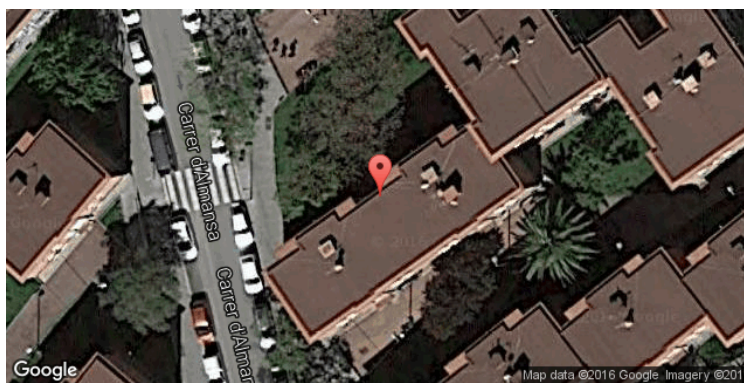
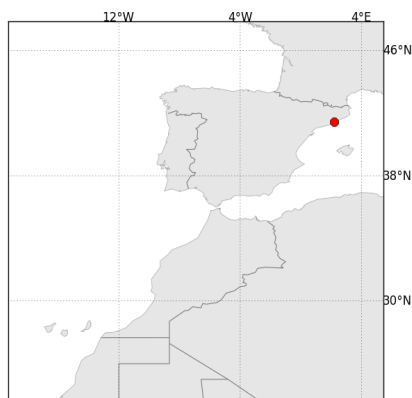
Disponibilidad: 99.0%

Producción eléctrica anual media: **76.3 MWh**

Rendimiento medio: **80.0%**

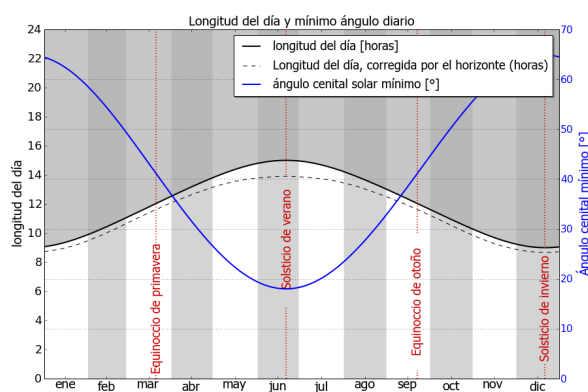
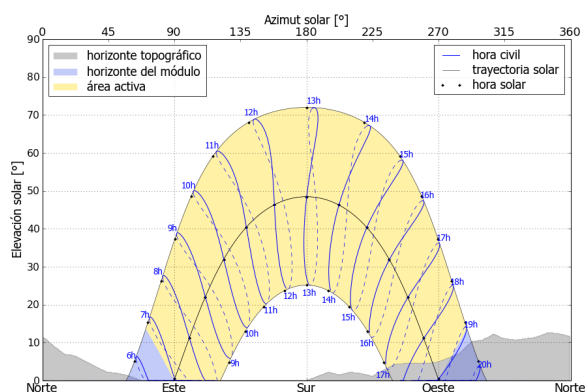
Localización en el mapa: <http://solargis.info/imaps/#tl=Google:satellite&loc=41.4450095578,2.17407658696&z=20>

3. Localización geográfica



Google Maps © 2016 Google

4. Horizonte topográfico y longitud del día



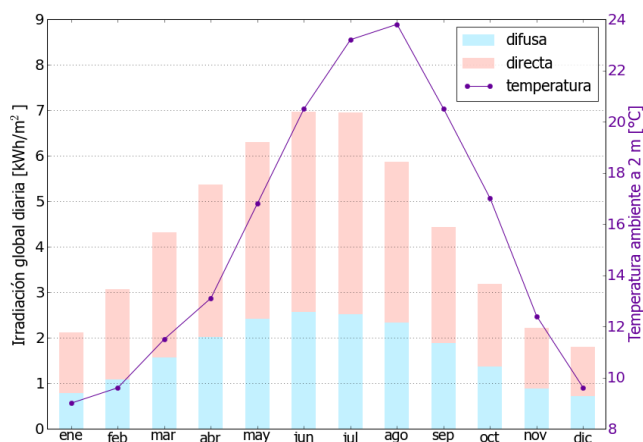
Izquierda: Trayectoria solar anual. El horizonte topográfico (en gris) y el horizonte del módulo (en azul) pueden dar lugar a ocultaciones solares. Los puntos negros muestran el tiempo solar verdadero. Las etiquetas en azul indican la hora civil local.

Derecha: Duración del día y ángulo cenital solar a lo largo del año. Si el horizonte local no es nulo, la duración real del día (tiempo en que el Sol está por encima del horizonte local) es menor que la duración astronómica.

Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.4450°/2.1741°
sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 36°

5. Irradiación global horizontal y temperatura ambiente - referencia climática

Mes	Gh _m	Gh _d	Dh _d	T ₂₄
ene	65	2.11	0.78	9.0
feb	86	3.06	1.08	9.6
mar	134	4.31	1.57	11.5
abr	161	5.36	2.01	13.1
may	195	6.30	2.41	16.8
jun	209	6.96	2.57	20.5
jul	215	6.95	2.52	23.2
ago	182	5.87	2.34	23.8
sep	133	4.44	1.88	20.5
oct	99	3.19	1.37	17.0
nov	67	2.22	0.89	12.4
dic	56	1.80	0.71	9.6
año	1601	4.39	1.68	15.6



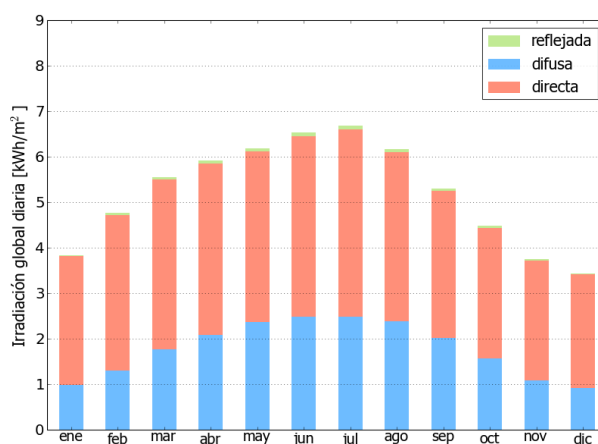
Medias anuales:

Gh_m Irradiación global mensual [kWh/m²]
Gh_d Irradiación global diaria [kWh/m²]
Dh_d Irradiación difusa diaria [kWh/m²]
T₂₄ Temperatura ambiente diaria (diurna) [°C]

6. Irradiación global en plano inclinado

Superficie fija, azimut 180° (sur), inclinación. 36°

Mes	Gi _m	Gi _d	Di _d	Ri _d	Sh _{loss}
ene	119	3.84	0.99	0.03	0.2
feb	133	4.76	1.30	0.04	0.1
mar	172	5.55	1.76	0.05	0.2
abr	177	5.91	2.09	0.06	0.2
may	192	6.19	2.37	0.08	0.2
jun	196	6.53	2.48	0.08	0.2
jul	207	6.68	2.48	0.08	0.2
ago	191	6.17	2.38	0.07	0.2
sep	159	5.30	2.02	0.05	0.2
oct	139	4.48	1.57	0.04	0.2
nov	112	3.75	1.09	0.03	0.2
dic	106	3.43	0.91	0.02	0.2
año	1904	5.22	1.79	0.05	0.2



Medias mensuales:

Gi_m Irradiación global mensual [kWh/m²]
Gi_d Irradiación global diaria [kWh/m²]
Di_d Irradiación difusa diaria [kWh/m²]
Ri_d Irradiación reflejada diaria [kWh/m²]

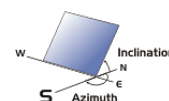
Sh_{loss} Pérdidas de irradiación global por sombreado topográfico [%]

Irradiación global anual media para diferentes tipos de superficie:

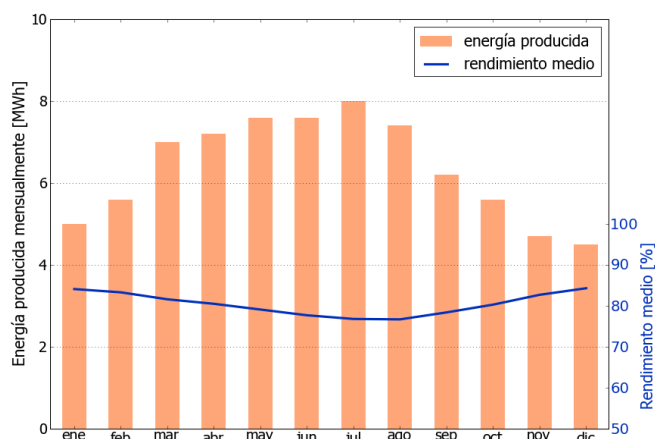
	kWh/m²	relativo a la inclinación óptima
Horizontal	1601	84.1%
Con inclinación óptima (36°)	1904	100.0%
Seguimiento a 2 ejes	2459	129.2%
Su opción	1904	100.0%

Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.4450°/2.1741°
sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 36°

7. Producción eléctrica FV inicial



Mes	Es _m	Es _d	Et _m	E _{share}	PR
ene	100	3.23	5.0	6.6	84.1
feb	111	3.96	5.6	7.3	83.3
mar	141	4.54	7.0	9.2	81.6
abr	143	4.77	7.2	9.4	80.5
may	152	4.91	7.6	10.0	79.1
jun	153	5.08	7.6	10.0	77.7
jul	159	5.14	8.0	10.4	76.8
ago	147	4.74	7.4	9.6	76.7
sep	125	4.16	6.2	8.2	78.4
oct	112	3.61	5.6	7.3	80.3
nov	93	3.10	4.7	6.1	82.7
dic	90	2.89	4.5	5.9	84.3
año	1525	4.18	76.3	100.0	80.0



Medias mensuales:

Es_m Producción eléctrica específica mensual total [kWh/kWp]
Es_d Producción eléctrica específica diaria total [kWh/kWp]
Et_m Producción eléctrica mensual total [MWh]

E_{share} Percentage mensual de producción eléctrica [%]
PR Rendimiento [%]

8. Pérdidas y rendimiento del sistema

Fase en la conversión de energía	Energía producida [kWh/kWp]	Pérdidas [kWh/kWp]	Pérdidas [%]	Rendimiento	
				[parcial %]	[acumul. %]
1. Irrad. global incidente en la superficie (entrada)	1908	-	-	100.0	100.0
2. Irrad. global reducida por el sombreado topográfico	1904	-4	-0.2	99.8	99.8
3. Irrad. global reducida por la reflectividad	1854	-50	-2.6	97.4	97.2
4. Conversión DC en los módulos	1698	-156	-8.4	91.6	89.0
5. Otras pérdidas DC	1604	-93	-5.5	94.5	84.1
6. Inversores (conversión DC/AC)	1564	-40	-2.5	97.5	82.0
7. Pérdidas en AC en el transformador y el cableado	1541	-23	-1.5	98.5	80.8
8. Disponibilidad reducida	1525	-16	-1.0	99.0	80.0
Rendimiento total del sistema	1525	-382	-20.0	-	80.0

Fases de conversión de la energía y pérdidas asociadas:

1. Se asume una producción inicial bajo condiciones estándar de operación,
2. Reducción de la irradiación global debido a obstrucciones por el horizonte topográfico y otros módulos FV,
3. Proporción de irradiación global que es reflejada por la superficie de los módulos FV (típicamente, cristalinos),
4. Pérdidas en los módulos debido a la conversión de radiación solar en corriente continua (DC); cambio de la eficiencia por desvío de las condiciones estándar de operación,
5. Pérdidas DC: desajuste entre módulos FV, pérdidas de calor en los cables y conexiones, pérdidas debidas a suciedad, nieve, hielo y auto-sombreado de los módulos FV,
6. Este paso considera la eficiencia (Euro) para aproximar las pérdidas promedio en el inversor,
7. Las pérdidas en la sección AC y el transformador (donde sea aplicable) dependen de la arquitectura del sistema,
8. El parámetro de disponibilidad asume pérdidas debido a periodos de inactividad causados por operaciones de mantenimiento o fallos.

Las pérdidas en los pasos 2 y 4 están modeladas numéricamente en pvPlanner. Las pérdidas en los pasos 5 y 8 deben ser calculadas por el usuario. Los modelos de simulación tienen incertidumbres inherentes que no se contemplan en este informe. Si desea evaluar posibles riesgos, puede encontrar información adicional sobre los métodos de simulación empleados y las incertidumbres asociadas en <http://solargis.com/products/pvplanner/>.

Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.4450°/2.1741°

sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 36°

9. Solargis v21a - descripción de la base de datos

Solargis es una base de datos climáticos de alta resolución operada por Solargis s.r.o.. Las capas de información incluyen la radiación solar, la temperatura ambiente y datos del terreno (altura y horizonte).

Temperatura ambiente a 2 m: obtenida a partir de los reanálisis del CFSR (© NOAA NCEP, USA); años: 1994 - 2011; refinado a valores cada 15 minutos. Los datos han sido tratados topográficamente (la resolución de 1 km) para incluir la alta variabilidad espacial del terreno.

Radiación solar: obtenida a partir de los datos atmosféricos y del datos de satélite:

- Meteosat PRIME satélite (© EUMETSAT, Alemania) 1994 - 2015, los valores de 15 minutos o 30 minutos para Europa, África y Oriente Medio,
- Meteosat IODC satélite (© EUMETSAT, Alemania) 1999 - 2015, 30 - valores de minutos para Asia,
- GOES EAST satélite (© NOAA, USA) 1999 - 2015, 30 minutos los valores de América,
- GOES WEST satélite (© NOAA, USA) 1999 - 2015, 30 minutos los valores de América y Pacífico,
- MTSAT satélite (© JMA, Japón) 2007 - 2015, los valores de 30 minutos para el Pacífico,
- MACC-II/CAMS (© ECMWF, UK) 2003 - 2015, los datos atmosféricos,
- GFS (© NOAA, USA), 1994 - 2015, los datos atmosféricos,
- MERRA-2 (© NASA, USA), 1994 - 2002, los datos atmosféricos.

Esta evaluación asume años de 365 días. Ocasionalmente, pueden aparecer errores de redondeo numérico que no son atribuibles a defectos del algoritmo aplicado. Puede consultar información adicional sobre los datos, algoritmos y la incertidumbre aplicados en: <http://solargis.com/products/pvplanner/>.

10. Proveedor del servicio

Solargis s.r.o. , Milana Marečka 3, 84108 Bratislava, Eslovaquia; ID del proveedor: 45 354 766, CIF: SK2022962766; Registro: Registro comercial, Juzgado de Distrito Bratislava I, Sección Sro, Archivo 62765/B

11. Modo de uso

Este informe muestra la estimación de la energía solar en la fase de puesta en marcha de un sistema fotovoltaico. Las estimaciones son lo suficientemente precisas para sistemas FV pequeños y medianos. Para simulaciones con seguidores solares, sólo se presentan opciones teóricas sin considerar 'backtracking' ni sombreado. Para la planificación y financiación de grandes proyectos, es necesaria más información:

1. Distribución estadística e incertidumbre de la radiación solar.
2. Especificación detallada del sistema FV
3. Variabilidad interanual e incertidumbre P90 de la producción FV
4. Ciclo de vida de la producción energética teniendo en cuenta la degradación del rendimiento de los componentes FV. Puede encontrar más información acerca del cálculo completo de la producción FV en: <http://solargis.com/products/pv-yield-assessment-study/>.

12. Responsabilidad e información legal

Dada la naturaleza fluctuante del clima, los cambios inter- anuales del mismo, y la incertidumbre en las medidas y los procedimientos de cálculo aplicados, Solargis s.r.o. no puede garantizar totalmente la exactitud de sus datos. No obstante, se ha puesto el máximo empeño en el cálculo preciso de las condiciones climáticas basándose en los mejores datos, software y conocimiento disponibles. Solargis s.r.o. no se responsabiliza de ningún daño ocasionado directa o indirectamente como consecuencia del uso del informe proporcionado.

Este informe es propiedad de © 2016 Solargis s.r.o., todos los derechos reservados.
Solargis® es una marca registrada de Solargis s.r.o.

13. Información de contacto

Este informe ha sido generado por SUNCO ENERGY, S.L., C/Bergueda 1 A-3, 08820, BARCELONA, Spain,
<http://www.suncosystems.com>.

Este documento está firmado electrónicamente por Solargis s.r.o..

EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA

Número del informe: PV-29361-1611-594
Fecha: 17 de noviembre de 2016 09:24 (UTC)

1. Descripción del emplazamiento

Nombre del sitio: Barcelona, España

Coordenadas: **41° 26' 24.76" N, 02° 09' 57.05" E**
Elevación: 109 m
Pendiente: 3°
Orientación: 121° sudeste

Irradiación global anual en plano inclinado: **1897 kWh/m²**
Temperatura ambiente anual a 2 m: **15.6 °C**

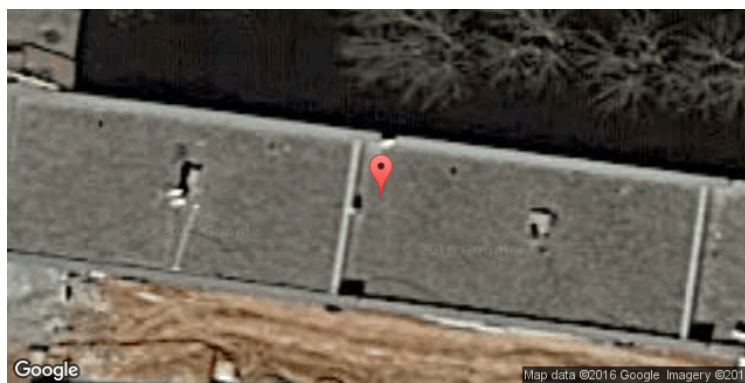
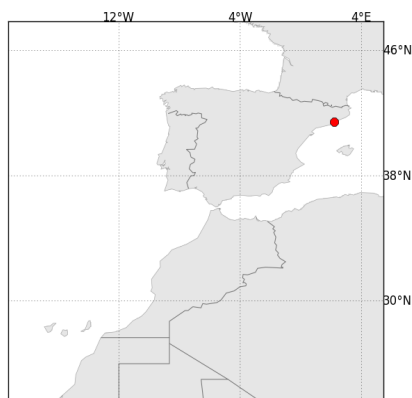
Localización en el mapa: <http://solargis.info/imaps/#tl=Google:satellite&loc=41.4402119177,2.16584824026&z=21>

2. Descripción del sistema FV

Potencia instalada: **50.0 kWp**
Tipo de módulos: silicio cristalino (**c-Si**)
Estructura: **estructura fija, sobreelevada**
Orient./Incl.: **180° (sur) / 36°**
Efic. (Euro) inversor: 97.5%
Pérdidas DC/AC: 5.5% / 1.5%
Disponibilidad: 99.0%

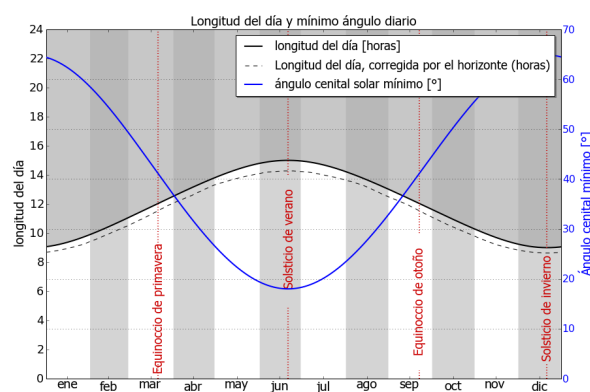
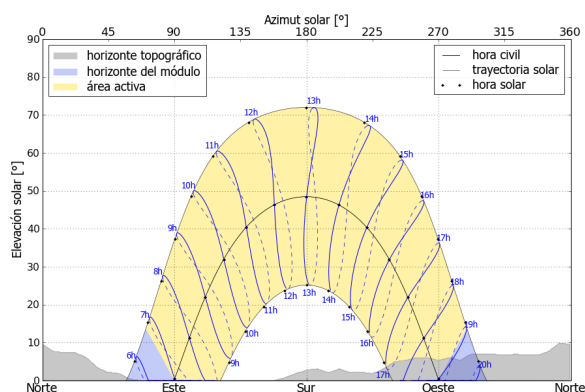
Producción eléctrica anual media: **76.0 MWh**
Rendimiento medio: **79.8%**

3. Localización geográfica



Google Maps © 2016 Google

4. Horizonte topográfico y longitud del día



Izquierda: Trayectoria solar anual. El horizonte topográfico (en gris) y el horizonte del módulo (en azul) pueden dar lugar a ocultaciones solares. Los puntos negros muestran el tiempo solar verdadero. Las etiquetas en azul indican la hora civil local.

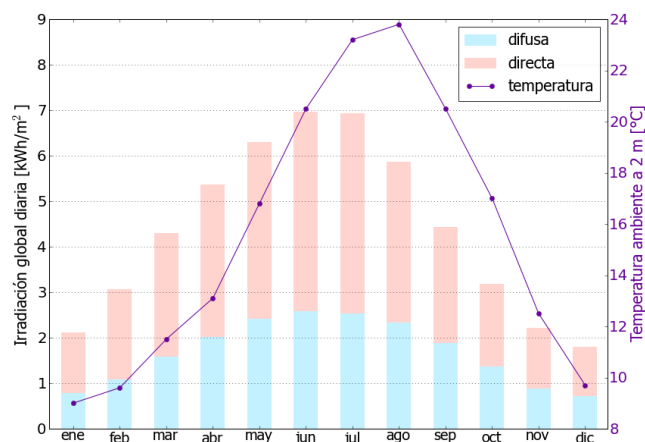
Derecha: Duración del día y ángulo cenital solar a lo largo del año. Si el horizonte local no es nulo, la duración real del día (tiempo en que el Sol está por encima del horizonte local) es menor que la duración astronómica.

Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.4402°/2.1658°

sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 36°

5. Irradiación global horizontal y temperatura ambiente - referencia climática

Mes	Gh _m	Gh _d	Dh _d	T ₂₄
ene	65	2.11	0.78	9.0
feb	86	3.06	1.08	9.6
mar	133	4.30	1.58	11.5
abr	161	5.36	2.01	13.1
may	195	6.30	2.42	16.8
jun	209	6.97	2.58	20.5
jul	215	6.94	2.53	23.2
ago	182	5.86	2.34	23.8
sep	133	4.43	1.88	20.5
oct	99	3.19	1.37	17.0
nov	67	2.22	0.89	12.5
dic	56	1.80	0.71	9.7
año	1601	4.39	1.68	15.6



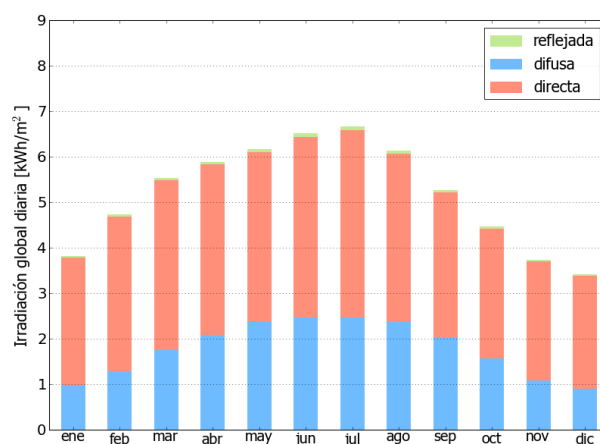
Medias anuales:

Gh _m	Irradiación global mensual [kWh/m²]
Gh _d	Irradiación global diaria [kWh/m²]
Dh _d	Irradiación difusa diaria [kWh/m²]
T ₂₄	Temperatura ambiente diaria (diurna) [°C]

6. Irradiación global en plano inclinado

Superficie fija, azimut 180° (sur), inclinación. 36°

Mes	Gi _m	Gi _d	Di _d	Ri _d	Sh _{loss}
ene	118	3.82	0.98	0.03	0.3
feb	133	4.73	1.29	0.04	0.3
mar	172	5.53	1.75	0.05	0.3
abr	177	5.89	2.08	0.06	0.3
may	192	6.17	2.36	0.07	0.4
jun	195	6.51	2.46	0.08	0.4
jul	207	6.66	2.47	0.08	0.3
ago	191	6.14	2.37	0.07	0.4
sep	158	5.27	2.01	0.05	0.4
oct	138	4.46	1.56	0.04	0.4
nov	112	3.73	1.08	0.03	0.3
dic	106	3.41	0.90	0.02	0.3
año	1897	5.20	1.78	0.05	0.4



Medias mensuales:

Gi _m	Irradiación global mensual [kWh/m²]
Gi _d	Irradiación global diaria [kWh/m²]
Di _d	Irradiación difusa diaria [kWh/m²]
Ri _d	Irradiación reflejada diaria [kWh/m²]

Sh_{loss} Pérdidas de irradiación global por sombreado topográfico [%]

Irradiación global anual media para diferentes tipos de superficie:

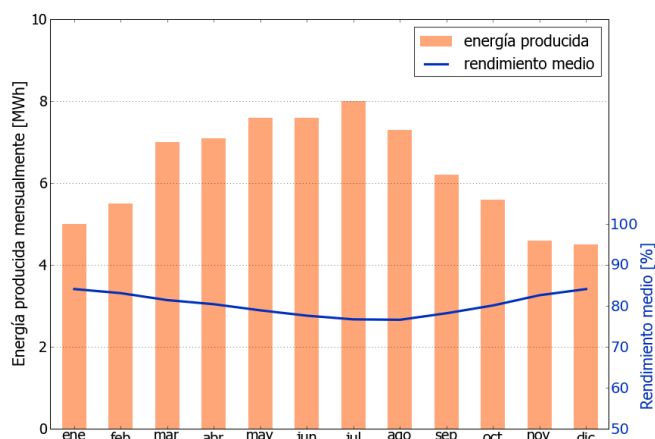
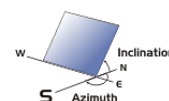
	kWh/m²	relativo a la inclinación óptima
Horizontal	1601	84.4%
Con inclinación óptima (36°)	1897	100.0%
Seguimiento a 2 ejes	2456	129.4%
Su opción	1897	100.0%

Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.4402°/2.1658°

sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 36°

7. Producción eléctrica FV inicial

Mes	E_{s_m}	E_{s_d}	E_{t_m}	E_{share}	PR
ene	100	3.22	5.0	6.6	84.1
feb	111	3.95	5.5	7.3	83.1
mar	140	4.52	7.0	9.2	81.4
abr	143	4.75	7.1	9.4	80.4
may	152	4.89	7.6	10.0	78.9
jun	152	5.07	7.6	10.0	77.6
jul	159	5.13	8.0	10.5	76.7
ago	147	4.73	7.3	9.6	76.6
sep	124	4.14	6.2	8.2	78.2
oct	111	3.58	5.6	7.3	80.1
nov	93	3.09	4.6	6.1	82.6
dic	89	2.88	4.5	5.9	84.1
año	1520	4.16	76.0	100.0	79.8



Medias mensuales:

E_{s_m} Producción eléctrica específica mensual total [kWh/kWp]
 E_{s_d} Producción eléctrica específica diaria total [kWh/kWp]
 E_{t_m} Producción eléctrica mensual total [MWh]

E_{share} Porcentaje mensual de producción eléctrica [%]
 PR Rendimiento [%]

8. Pérdidas y rendimiento del sistema

Fase en la conversión de energía	Energía producida [kWh/kWp]	Pérdidas [kWh/kWp]	Pérdidas [%]	Rendimiento	
				[parcial %]	[acumul. %]
1. Irrad. global incidente en la superficie (entrada)	1904	-	-	100.0	100.0
2. Irrad. global reducida por el sombreado topográfico	1897	-7	-0.4	99.6	99.6
3. Irrad. global reducida por la reflectividad	1847	-50	-2.6	97.4	97.0
4. Conversión DC en los módulos	1692	-156	-8.4	91.6	88.9
5. Otras pérdidas DC	1599	-93	-5.5	94.5	84.0
6. Inversores (conversión DC/AC)	1559	-40	-2.5	97.5	81.9
7. Pérdidas en AC en el transformador y el cableado	1535	-23	-1.5	98.5	80.6
8. Disponibilidad reducida	1520	-15	-1.0	99.0	79.8
Rendimiento total del sistema	1520	-384	-20.2	-	79.8

Fases de conversión de la energía y pérdidas asociadas:

1. Se asume una producción inicial bajo condiciones estándar de operación,
2. Reducción de la irradiación global debido a obstrucciones por el horizonte topográfico y otros módulos FV,
3. Proporción de irradiación global que es reflejada por la superficie de los módulos FV (típicamente, cristalinos),
4. Pérdidas en los módulos debido a la conversión de radiación solar en corriente continua (DC); cambio de la eficiencia por desvío de las condiciones estándar de operación,
5. Pérdidas DC: desajuste entre módulos FV, pérdidas de calor en los cables y conexiones, pérdidas debidas a suciedad, nieve, hielo y auto-sombreado de los módulos FV,
6. Este paso considera la eficiencia (Euro) para aproximar las pérdidas promedio en el inversor,
7. Las pérdidas en la sección AC y el transformador (donde sea aplicable) dependen de la arquitectura del sistema,
8. El parámetro de disponibilidad asume pérdidas debido a periodos de inactividad causados por operaciones de mantenimiento o fallos.

Las pérdidas en los pasos 2 y 4 están modeladas numéricamente en pvPlanner. Las pérdidas en los pasos 5 y 8 deben ser calculadas por el usuario. Los modelos de simulación tienen incertidumbres inherentes que no se contemplan en este informe. Si desea evaluar posibles riesgos, puede encontrar información adicional sobre los métodos de simulación empleados y las incertidumbres asociadas en <http://solargis.com/products/pvplanner/>.

Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.4402°/2.1658°
sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 36°

9. Solargis v21a - descripción de la base de datos

Solargis es una base de datos climáticos de alta resolución operada por Solargis s.r.o.. Las capas de información incluyen la radiación solar, la temperatura ambiente y datos del terreno (altura y horizonte).

Temperatura ambiente a 2 m: obtenida a partir de los reanálisis del CFSR (© NOAA NCEP, USA); años: 1994 - 2011; refinado a valores cada 15 minutos. Los datos han sido tratados topográficamente (la resolución de 1 km) para incluir la alta variabilidad espacial del terreno.

Radiación solar: obtenida a partir de los datos atmosféricos y del datos de satélite:

- Meteosat PRIME satélite (© EUMETSAT, Alemania) 1994 - 2015, los valores de 15 minutos o 30 minutos para Europa, África y Oriente Medio,
- Meteosat IODC satélite (© EUMETSAT, Alemania) 1999 - 2015, 30 - valores de minutos para Asia,
- GOES EAST satélite (© NOAA, USA) 1999 - 2015, 30 minutos los valores de América,
- GOES WEST satélite (© NOAA, USA) 1999 - 2015, 30 minutos los valores de América y Pacífico,
- MTSAT satélite (© JMA, Japón) 2007 - 2015, los valores de 30 minutos para el Pacífico,
- MACC-II/CAMS (© ECMWF, UK) 2003 - 2015, los datos atmosféricos,
- GFS (© NOAA, USA), 1994 - 2015, los datos atmosféricos,
- MERRA-2 (© NASA, USA), 1994 - 2002, los datos atmosféricos.

Esta evaluación asume años de 365 días. Ocasionalmente, pueden aparecer errores de redondeo numérico que no son atribuibles a defectos del algoritmo aplicado. Puede consultar información adicional sobre los datos, algoritmos y la incertidumbre aplicados en: <http://solargis.com/products/pvplanner/>.

10. Proveedor del servicio

Solargis s.r.o. , Milana Marečka 3, 84108 Bratislava, Eslovaquia; ID del proveedor: 45 354 766, CIF: SK2022962766; Registro: Registro comercial, Juzgado de Distrito Bratislava I, Sección Sro, Archivo 62765/B

11. Modo de uso

Este informe muestra la estimación de la energía solar en la fase de puesta en marcha de un sistema fotovoltaico. Las estimaciones son lo suficientemente precisas para sistemas FV pequeños y medianos. Para simulaciones con seguidores solares, sólo se presentan opciones teóricas sin considerar 'backtracking' ni sombreado. Para la planificación y financiación de grandes proyectos, es necesaria más información:

1. Distribución estadística e incertidumbre de la radiación solar.
2. Especificación detallada del sistema FV
3. Variabilidad interanual e incertidumbre P90 de la producción FV
4. Ciclo de vida de la producción energética teniendo en cuenta la degradación del rendimiento de los componentes FV. Puede encontrar más información acerca del cálculo completo de la producción FV en: <http://solargis.com/products/pv-yield-assessment-study/>.

12. Responsabilidad e información legal

Dada la naturaleza fluctuante del clima, los cambios inter-anales del mismo, y la incertidumbre en las medidas y los procedimientos de cálculo aplicados, Solargis s.r.o. no puede garantizar totalmente la exactitud de sus datos. No obstante, se ha puesto el máximo empeño en el cálculo preciso de las condiciones climáticas basándose en los mejores datos, software y conocimiento disponibles. Solargis s.r.o. no se responsabiliza de ningún daño ocasionado directa o indirectamente como consecuencia del uso del informe proporcionado.

Este informe es propiedad de © 2016 Solargis s.r.o., todos los derechos reservados.
Solargis® es una marca registrada de Solargis s.r.o.

13. Información de contacto

Este informe ha sido generado por SUNCO ENERGY, S.L., C/Bergueda 1 A-3, 08820, BARCELONA, Spain,
<http://www.suncosystems.com>.

Este documento está firmado electrónicamente por Solargis s.r.o..

EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA

Número del informe: PV-29361-1611-607
Fecha: 17 de noviembre de 2016 09:30 (UTC)

1. Descripción del emplazamiento

Nombre del sitio: Barcelona, España

Coordenadas: **41° 25' 50.99" N, 02° 10' 8.77" E**
Elevación: 81 m
Pendiente: 6°
Orientación: 160° sur

Irradiación global anual en plano inclinado: **1891 kWh/m²**
Temperatura ambiente anual a 2 m: **15.8 °C**

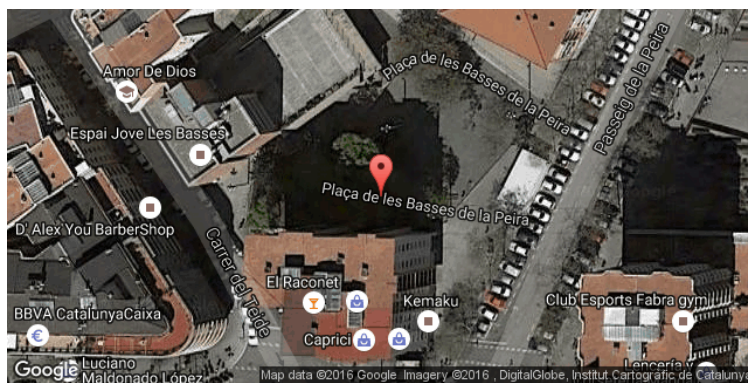
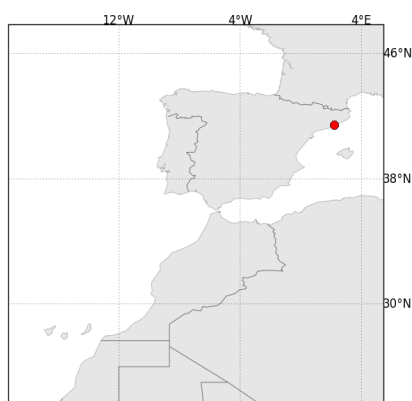
2. Descripción del sistema FV

Potencia instalada: **50.0 kWp**
Tipo de módulos: silicio cristalino (c-Si)
Estructura: **estructura fija, sobreelevada**
Orient./Incl.: **180° (sur) / 36°**
Efic. (Euro) inversor: 97.5%
Pérdidas DC/AC: 5.5% / 1.5%
Disponibilidad: 99.0%

Producción eléctrica anual media: **75.7 MWh**
Rendimiento medio: **79.5%**

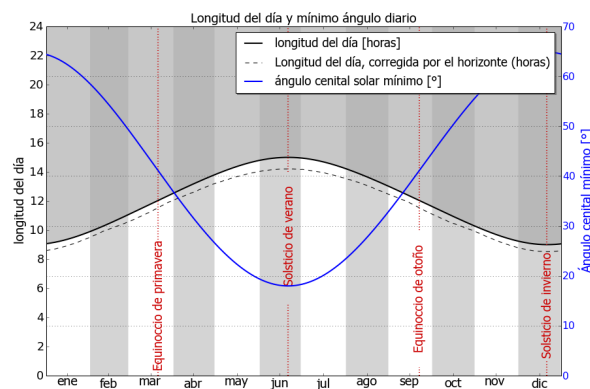
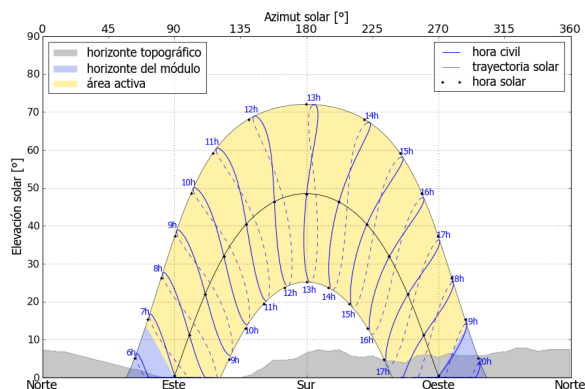
Localización en el mapa: <http://solargis.info/imaps/#tl=Google:satellite&loc=41.4308295836,2.16910243034&z=19>

3. Localización geográfica



Google Maps © 2016 Google

4. Horizonte topográfico y longitud del día



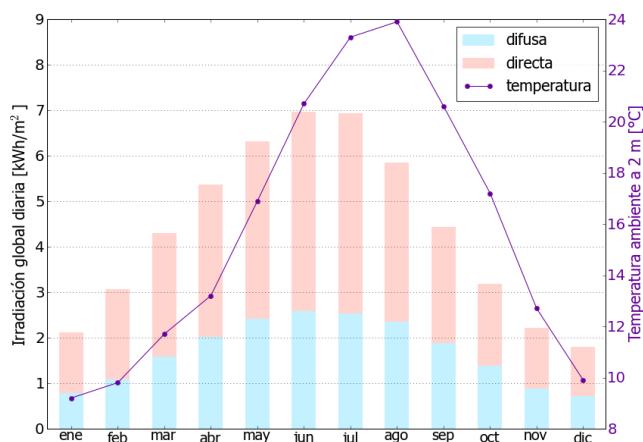
Izquierda: Trayectoria solar anual. El horizonte topográfico (en gris) y el horizonte del módulo (en azul) pueden dar lugar a ocultaciones solares. Los puntos negros muestran el tiempo solar verdadero. Las etiquetas en azul indican la hora civil local.

Derecha: Duración del día y ángulo cenital solar a lo largo del año. Si el horizonte local no es nulo, la duración real del día (tiempo en que el Sol está por encima del horizonte local) es menor que la duración astronómica.

Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.4308°/2.1691°
sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 36°

5. Irradiación global horizontal y temperatura ambiente - referencia climática

Mes	Gh _m	Gh _d	Dh _d	T ₂₄
ene	65	2.11	0.78	9.2
feb	86	3.06	1.08	9.8
mar	133	4.30	1.58	11.7
abr	161	5.37	2.01	13.2
may	196	6.31	2.42	16.9
jun	209	6.97	2.58	20.7
jul	215	6.93	2.53	23.3
ago	182	5.85	2.35	23.9
sep	133	4.43	1.88	20.6
oct	99	3.19	1.38	17.2
nov	67	2.22	0.89	12.7
dic	56	1.80	0.71	9.9
año	1601	4.38	1.68	15.8



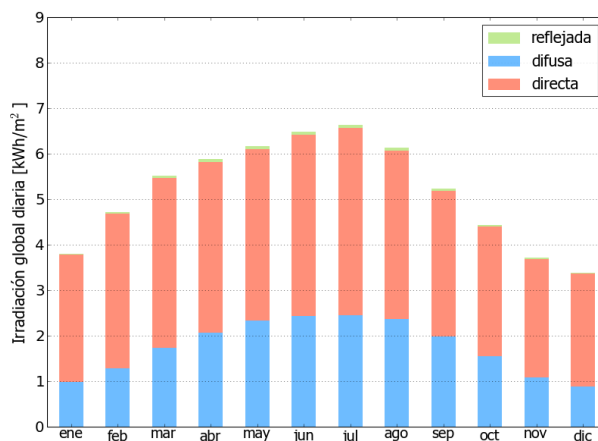
Medias anuales:

Gh_m Irradiación global mensual [kWh/m²]
Gh_d Irradiación global diaria [kWh/m²]
Dh_d Irradiación difusa diaria [kWh/m²]
T₂₄ Temperatura ambiente diaria (diurna) [°C]

6. Irradiación global en plano inclinado

Superficie fija, azimut 180° (sur), inclinación. 36°

Mes	Gi _m	Gi _d	Di _d	Ri _d	Sh _{loss}
ene	118	3.80	0.98	0.02	0.6
feb	132	4.72	1.28	0.04	0.5
mar	171	5.52	1.74	0.05	0.6
abr	177	5.88	2.06	0.06	0.7
may	191	6.17	2.34	0.07	0.8
jun	195	6.49	2.44	0.08	0.7
jul	206	6.64	2.45	0.08	0.7
ago	190	6.13	2.36	0.07	0.8
sep	158	5.24	1.99	0.05	0.8
oct	137	4.44	1.55	0.04	0.8
nov	111	3.72	1.08	0.03	0.7
dic	105	3.39	0.89	0.02	0.9
año	1891	5.18	1.77	0.05	0.7



Medias mensuales:

Gi_m Irradiación global mensual [kWh/m²]
Gi_d Irradiación global diaria [kWh/m²]
Di_d Irradiación difusa diaria [kWh/m²]
Ri_d Irradiación reflejada diaria [kWh/m²]

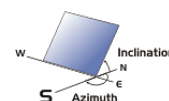
Sh_{loss} Pérdidas de irradiación global por sombreado topográfico [%]

Irradiación global anual media para diferentes tipos de superficie:

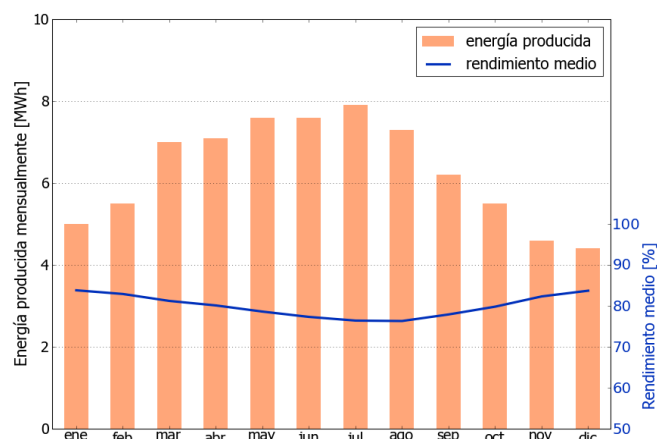
	kWh/m²	relativo a la inclinación óptima
Horizontal	1600	84.7%
Con inclinación óptima (36°)	1891	100.0%
Seguimiento a 2 ejes	2450	129.6%
Su opción	1891	100.0%

Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.4308°/2.1691°
sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 36°

7. Producción eléctrica FV inicial



Mes	Es _m	Es _d	Et _m	E _{share}	PR
ene	99	3.20	5.0	6.6	83.8
feb	110	3.94	5.5	7.3	82.9
mar	140	4.51	7.0	9.2	81.2
abr	142	4.75	7.1	9.4	80.1
may	152	4.89	7.6	10.0	78.6
jun	152	5.06	7.6	10.0	77.3
jul	158	5.11	7.9	10.5	76.4
ago	146	4.71	7.3	9.6	76.3
sep	124	4.12	6.2	8.2	77.9
oct	110	3.56	5.5	7.3	79.8
nov	92	3.08	4.6	6.1	82.3
dic	89	2.86	4.4	5.9	83.7
año	1514	4.15	75.7	100.0	79.5



Medias mensuales:

Es_m Producción eléctrica específica mensual total [kWh/kWp]
Es_d Producción eléctrica específica diaria total [kWh/kWp]
Et_m Producción eléctrica mensual total [MWh]

E_{share} Percentage mensual de producción eléctrica [%]
PR Rendimiento [%]

8. Pérdidas y rendimiento del sistema

Fase en la conversión de energía	Energía producida [kWh/kWp]	Pérdidas [kWh/kWp]	Pérdidas [%]	Rendimiento	
				[parcial %]	[acumul. %]
1. Irrad. global incidente en la superficie (entrada)	1904	-	-	100.0	100.0
2. Irrad. global reducida por el sombreado topográfico	1891	-14	-0.7	99.3	99.3
3. Irrad. global reducida por la reflectividad	1841	-50	-2.6	97.4	96.7
4. Conversión DC en los módulos	1686	-156	-8.4	91.6	88.5
5. Otras pérdidas DC	1593	-93	-5.5	94.5	83.6
6. Inversores (conversión DC/AC)	1553	-40	-2.5	97.5	81.6
7. Pérdidas en AC en el transformador y el cableado	1530	-23	-1.5	98.5	80.3
8. Disponibilidad reducida	1514	-15	-1.0	99.0	79.5
Rendimiento total del sistema	1514	-390	-20.5	-	79.5

Fases de conversión de la energía y pérdidas asociadas:

1. Se asume una producción inicial bajo condiciones estándar de operación,
2. Reducción de la irradiación global debido a obstrucciones por el horizonte topográfico y otros módulos FV,
3. Proporción de irradiación global que es reflejada por la superficie de los módulos FV (típicamente, cristalinos),
4. Pérdidas en los módulos debido a la conversión de radiación solar en corriente continua (DC); cambio de la eficiencia por desvío de las condiciones estándar de operación,
5. Pérdidas DC: desajuste entre módulos FV, pérdidas de calor en los cables y conexiones, pérdidas debidas a suciedad, nieve, hielo y auto-sombreado de los módulos FV,
6. Este paso considera la eficiencia (Euro) para aproximar las pérdidas promedio en el inversor,
7. Las pérdidas en la sección AC y el transformador (donde sea aplicable) dependen de la arquitectura del sistema,
8. El parámetro de disponibilidad asume pérdidas debido a periodos de inactividad causados por operaciones de mantenimiento o fallos.

Las pérdidas en los pasos 2 y 4 están modeladas numéricamente en pvPlanner. Las pérdidas en los pasos 5 y 8 deben ser calculadas por el usuario. Los modelos de simulación tienen incertidumbres inherentes que no se contemplan en este informe. Si desea evaluar posibles riesgos, puede encontrar información adicional sobre los métodos de simulación empleados y las incertidumbres asociadas en <http://solargis.com/products/pvplanner/>.

Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.4308°/2.1691°
sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 36°

9. Solargis v21a - descripción de la base de datos

Solargis es una base de datos climáticos de alta resolución operada por Solargis s.r.o.. Las capas de información incluyen la radiación solar, la temperatura ambiente y datos del terreno (altura y horizonte).

Temperatura ambiente a 2 m: obtenida a partir de los reanálisis del CFSR (© NOAA NCEP, USA); años: 1994 - 2011; refinado a valores cada 15 minutos. Los datos han sido tratados topográficamente (la resolución de 1 km) para incluir la alta variabilidad espacial del terreno.

Radiación solar: obtenida a partir de los datos atmosféricos y del datos de satélite:

- Meteosat PRIME satélite (© EUMETSAT, Alemania) 1994 - 2015, los valores de 15 minutos o 30 minutos para Europa, África y Oriente Medio,
- Meteosat IODC satélite (© EUMETSAT, Alemania) 1999 - 2015, 30 - valores de minutos para Asia,
- GOES EAST satélite (© NOAA, USA) 1999 - 2015, 30 minutos los valores de América,
- GOES WEST satélite (© NOAA, USA) 1999 - 2015, 30 minutos los valores de América y Pacífico,
- MTSAT satélite (© JMA, Japón) 2007 - 2015, los valores de 30 minutos para el Pacífico,
- MACC-II/CAMS (© ECMWF, UK) 2003 - 2015, los datos atmosféricos,
- GFS (© NOAA, USA), 1994 - 2015, los datos atmosféricos,
- MERRA-2 (© NASA, USA), 1994 - 2002, los datos atmosféricos.

Esta evaluación asume años de 365 días. Ocasionalmente, pueden aparecer errores de redondeo numérico que no son atribuibles a defectos del algoritmo aplicado. Puede consultar información adicional sobre los datos, algoritmos y la incertidumbre aplicados en: <http://solargis.com/products/pvplanner/>.

10. Proveedor del servicio

Solargis s.r.o. , Milana Marečka 3, 84108 Bratislava, Eslovaquia; ID del proveedor: 45 354 766, CIF: SK2022962766; Registro: Registro comercial, Juzgado de Distrito Bratislava I, Sección Sro, Archivo 62765/B

11. Modo de uso

Este informe muestra la estimación de la energía solar en la fase de puesta en marcha de un sistema fotovoltaico. Las estimaciones son lo suficientemente precisas para sistemas FV pequeños y medianos. Para simulaciones con seguidores solares, sólo se presentan opciones teóricas sin considerar 'backtracking' ni sombreado. Para la planificación y financiación de grandes proyectos, es necesaria más información:

1. Distribución estadística e incertidumbre de la radiación solar.
2. Especificación detallada del sistema FV
3. Variabilidad interanual e incertidumbre P90 de la producción FV
4. Ciclo de vida de la producción energética teniendo en cuenta la degradación del rendimiento de los componentes FV. Puede encontrar más información acerca del cálculo completo de la producción FV en: <http://solargis.com/products/pv-yield-assessment-study/>.

12. Responsabilidad e información legal

Dada la naturaleza fluctuante del clima, los cambios inter-anales del mismo, y la incertidumbre en las medidas y los procedimientos de cálculo aplicados, Solargis s.r.o. no puede garantizar totalmente la exactitud de sus datos. No obstante, se ha puesto el máximo empeño en el cálculo preciso de las condiciones climáticas basándose en los mejores datos, software y conocimiento disponibles. Solargis s.r.o. no se responsabiliza de ningún daño ocasionado directa o indirectamente como consecuencia del uso del informe proporcionado.

Este informe es propiedad de © 2016 Solargis s.r.o., todos los derechos reservados.
Solargis® es una marca registrada de Solargis s.r.o.

13. Información de contacto

Este informe ha sido generado por SUNCO ENERGY, S.L., C/Bergueda 1 A-3, 08820, BARCELONA, Spain,
<http://www.suncosystems.com>.

Este documento está firmado electrónicamente por Solargis s.r.o..

EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA

Número del informe: PV-29361-1611-476
Fecha: 16 de noviembre de 2016 11:44 (UTC)

1. Descripción del emplazamiento

Nombre del sitio: Barcelona, España

Coordenadas: **41° 25' 18.47" N, 02° 10' 53.73" E**
Elevación: 55 m
Pendiente: 3°
Orientación: 85° este

Irradiación global anual en plano inclinado: **1905 kWh/m²**
Temperatura ambiente anual a 2 m: **15.9 °C**

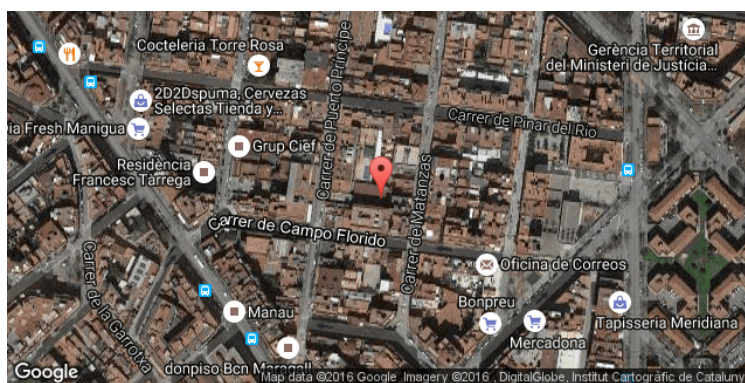
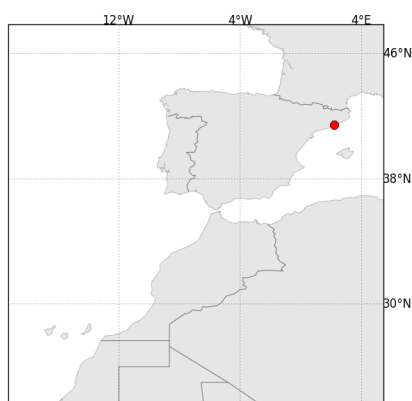
2. Descripción del sistema FV

Potencia instalada: **50.0 kWp**
Tipo de módulos: silicio cristalino (**c-Si**)
Estructura: **estructura fija, sobreelevada**
Orient./Incl.: **180° (sur) / 36°**
Efic. (Euro) inversor: 97.5%
Pérdidas DC/AC: 5.5% / 1.5%
Disponibilidad: 99.0%

Producción eléctrica anual media: **76.3 MWh**
Rendimiento medio: **79.9%**

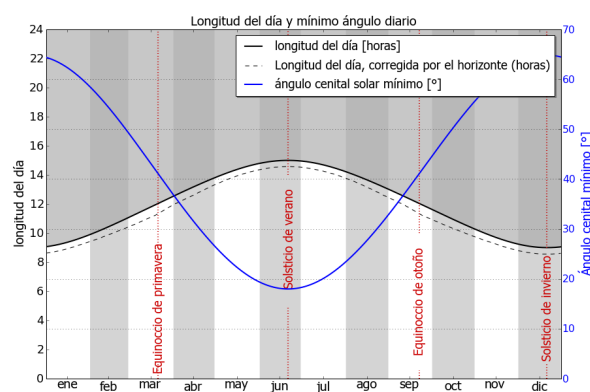
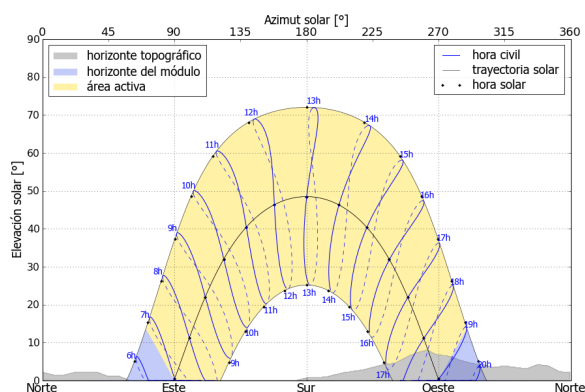
Localización en el mapa: <http://solargis.info/imaps/#tl=Google:satellite&loc=41.4217963521,2.18159079552&z=17>

3. Localización geográfica



Google Maps © 2016 Google

4. Horizonte topográfico y longitud del día



Izquierda: Trayectoria solar anual. El horizonte topográfico (en gris) y el horizonte del módulo (en azul) pueden dar lugar a ocultaciones solares. Los puntos negros muestran el tiempo solar verdadero. Las etiquetas en azul indican la hora civil local.

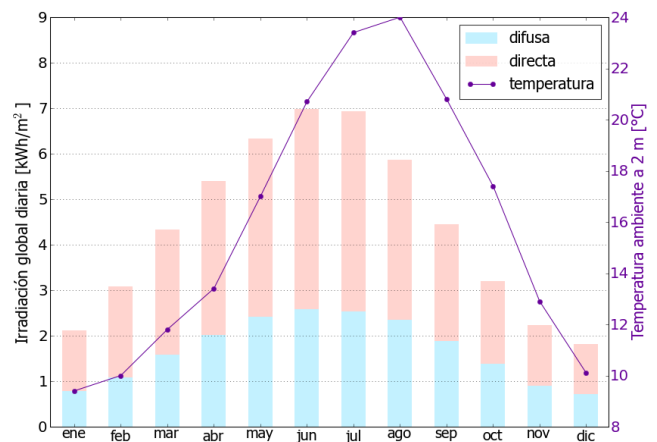
Derecha: Duración del día y ángulo cenital solar a lo largo del año. Si el horizonte local no es nulo, la duración real del día (tiempo en que el Sol está por encima del horizonte local) es menor que la duración astronómica.

Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.4218°/2.1816°

sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 36°

5. Irradiación global horizontal y temperatura ambiente - referencia climática

Mes	Gh _m	Gh _d	Dh _d	T ₂₄
ene	66	2.12	0.79	9.4
feb	86	3.08	1.08	10.0
mar	134	4.33	1.58	11.8
abr	162	5.40	2.01	13.4
may	196	6.34	2.42	17.0
jun	210	6.98	2.59	20.7
jul	215	6.94	2.54	23.4
ago	182	5.87	2.35	24.0
sep	133	4.45	1.89	20.8
oct	99	3.20	1.39	17.4
nov	67	2.23	0.90	12.9
dic	56	1.82	0.71	10.1
año	1607	4.40	1.69	15.9



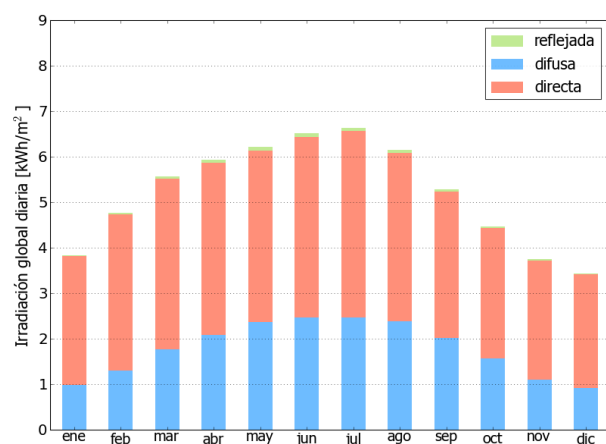
Medias anuales:

Gh_m Irradiación global mensual [kWh/m²]
 Gh_d Irradiación global diaria [kWh/m²]
 Dh_d Irradiación difusa diaria [kWh/m²]
 T₂₄ Temperatura ambiente diaria (diurna) [°C]

6. Irradiación global en plano inclinado

Superficie fija, azimut 180° (sur), inclinación. 36°

Mes	Gi _m	Gi _d	Di _d	Ri _d	Sh _{loss}
ene	119	3.84	0.99	0.03	0.2
feb	134	4.77	1.30	0.04	0.3
mar	173	5.57	1.76	0.05	0.3
abr	178	5.93	2.08	0.06	0.3
may	193	6.22	2.37	0.08	0.3
jun	196	6.52	2.47	0.08	0.3
jul	206	6.64	2.47	0.08	0.3
ago	191	6.15	2.38	0.07	0.3
sep	159	5.29	2.02	0.05	0.3
oct	139	4.47	1.57	0.04	0.3
nov	113	3.75	1.10	0.03	0.3
dic	107	3.43	0.91	0.02	0.6
año	1905	5.22	1.79	0.05	0.3



Medias mensuales:

Gi_m Irradiación global mensual [kWh/m²]
 Gi_d Irradiación global diaria [kWh/m²]
 Di_d Irradiación difusa diaria [kWh/m²]
 Ri_d Irradiación reflejada diaria [kWh/m²]

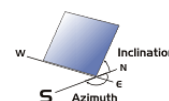
Sh_{loss} Pérdidas de irradiación global por sombreado topográfico [%]

Irradiación global anual media para diferentes tipos de superficie:

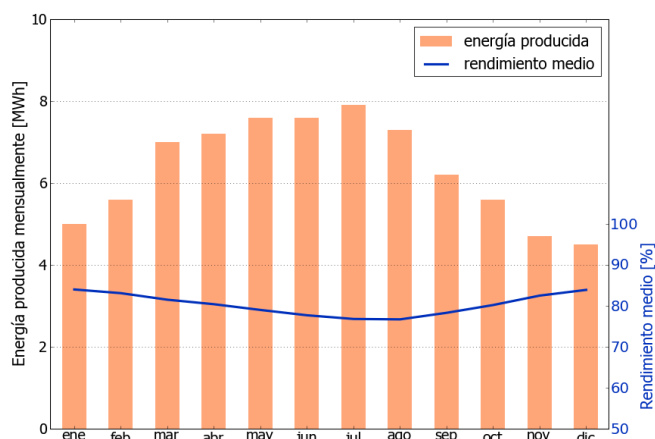
	kWh/m ²	relativo a la inclinación óptima
Horizontal	1607	84.3%
Con inclinación óptima (36°)	1905	100.0%
Seguimiento a 2 ejes	2461	129.2%
Su opción	1905	100.0%

Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.4218°/2.1816°
sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 36°

7. Producción eléctrica FV inicial



Mes	Es _m	Es _d	Et _m	E _{share}	PR
ene	100	3.24	5.0	6.6	84.0
feb	111	3.98	5.6	7.3	83.1
mar	141	4.55	7.0	9.2	81.5
abr	144	4.79	7.2	9.4	80.4
may	153	4.93	7.6	10.0	79.0
jun	153	5.08	7.6	10.0	77.7
jul	159	5.12	7.9	10.4	76.8
ago	147	4.73	7.3	9.6	76.7
sep	125	4.16	6.2	8.2	78.3
oct	112	3.60	5.6	7.3	80.2
nov	93	3.10	4.7	6.1	82.5
dic	90	2.90	4.5	5.9	83.9
año	1526	4.18	76.3	100.0	79.9



Medias mensuales:

Es_m Producción eléctrica específica mensual total [kWh/kWp]
Es_d Producción eléctrica específica diaria total [kWh/kWp]
Et_m Producción eléctrica mensual total [MWh]

E_{share} Percentage mensual de producción eléctrica [%]
PR Rendimiento [%]

8. Pérdidas y rendimiento del sistema

Fase en la conversión de energía	Energía producida [kWh/kWp]	Pérdidas [kWh/kWp]	Pérdidas [%]	Rendimiento [parcial %]	Rendimiento [acumul. %]
1. Irrad. global incidente en la superficie (entrada)	1911	-	-	100.0	100.0
2. Irrad. global reducida por el sombreado topográfico	1905	-6	-0.3	99.7	99.7
3. Irrad. global reducida por la reflectividad	1855	-50	-2.6	97.4	97.1
4. Conversión DC en los módulos	1698	-157	-8.4	91.5	88.9
5. Otras pérdidas DC	1605	-93	-5.5	94.5	84.0
6. Inversores (conversión DC/AC)	1565	-40	-2.5	97.5	81.9
7. Pérdidas en AC en el transformador y el cableado	1541	-24	-1.5	98.5	80.7
8. Disponibilidad reducida	1526	-15	-1.0	99.0	79.9
Rendimiento total del sistema	1526	-385	-20.1	-	79.9

Fases de conversión de la energía y pérdidas asociadas:

1. Se asume una producción inicial bajo condiciones estándar de operación,
2. Reducción de la irradiación global debido a obstrucciones por el horizonte topográfico y otros módulos FV,
3. Proporción de irradiación global que es reflejada por la superficie de los módulos FV (típicamente, cristalinos),
4. Pérdidas en los módulos debido a la conversión de radiación solar en corriente continua (DC); cambio de la eficiencia por desvío de las condiciones estándar de operación,
5. Pérdidas DC: desajuste entre módulos FV, pérdidas de calor en los cables y conexiones, pérdidas debidas a suciedad, nieve, hielo y auto-sombreado de los módulos FV,
6. Este paso considera la eficiencia (Euro) para aproximar las pérdidas promedio en el inversor,
7. Las pérdidas en la sección AC y el transformador (donde sea aplicable) dependen de la arquitectura del sistema,
8. El parámetro de disponibilidad asume pérdidas debido a periodos de inactividad causados por operaciones de mantenimiento o fallos.

Las pérdidas en los pasos 2 y 4 están modeladas numéricamente en pvPlanner. Las pérdidas en los pasos 5 y 8 deben ser calculadas por el usuario. Los modelos de simulación tienen incertidumbres inherentes que no se contemplan en este informe. Si desea evaluar posibles riesgos, puede encontrar información adicional sobre los métodos de simulación empleados y las incertidumbres asociadas en <http://solargis.com/products/pvplanner/>.

Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.4218°/2.1816°
sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 36°

9. Solargis v21a - descripción de la base de datos

Solargis es una base de datos climáticos de alta resolución operada por Solargis s.r.o.. Las capas de información incluyen la radiación solar, la temperatura ambiente y datos del terreno (altura y horizonte).

Temperatura ambiente a 2 m: obtenida a partir de los reanálisis del CFSR (© NOAA NCEP, USA); años: 1994 - 2011; refinado a valores cada 15 minutos. Los datos han sido tratados topográficamente (la resolución de 1 km) para incluir la alta variabilidad espacial del terreno.

Radiación solar: obtenida a partir de los datos atmosféricos y del datos de satélite:

- Meteosat PRIME satélite (© EUMETSAT, Alemania) 1994 - 2015, los valores de 15 minutos o 30 minutos para Europa, África y Oriente Medio,
- Meteosat IODC satélite (© EUMETSAT, Alemania) 1999 - 2015, 30 - valores de minutos para Asia,
- GOES EAST satélite (© NOAA, USA) 1999 - 2015, 30 minutos los valores de América,
- GOES WEST satélite (© NOAA, USA) 1999 - 2015, 30 minutos los valores de América y Pacífico,
- MTSAT satélite (© JMA, Japón) 2007 - 2015, los valores de 30 minutos para el Pacífico,
- MACC-II/CAMS (© ECMWF, UK) 2003 - 2015, los datos atmosféricos,
- GFS (© NOAA, USA), 1994 - 2015, los datos atmosféricos,
- MERRA-2 (© NASA, USA), 1994 - 2002, los datos atmosféricos.

Esta evaluación asume años de 365 días. Ocasionalmente, pueden aparecer errores de redondeo numérico que no son atribuibles a defectos del algoritmo aplicado. Puede consultar información adicional sobre los datos, algoritmos y la incertidumbre aplicados en: <http://solargis.com/products/pvplanner/>.

10. Proveedor del servicio

Solargis s.r.o. , Milana Marečka 3, 84108 Bratislava, Eslovaquia; ID del proveedor: 45 354 766, CIF: SK2022962766; Registro: Registro comercial, Juzgado de Distrito Bratislava I, Sección Sro, Archivo 62765/B

11. Modo de uso

Este informe muestra la estimación de la energía solar en la fase de puesta en marcha de un sistema fotovoltaico. Las estimaciones son lo suficientemente precisas para sistemas FV pequeños y medianos. Para simulaciones con seguidores solares, sólo se presentan opciones teóricas sin considerar 'backtracking' ni sombreado. Para la planificación y financiación de grandes proyectos, es necesaria más información:

1. Distribución estadística e incertidumbre de la radiación solar.
2. Especificación detallada del sistema FV
3. Variabilidad interanual e incertidumbre P90 de la producción FV
4. Ciclo de vida de la producción energética teniendo en cuenta la degradación del rendimiento de los componentes FV. Puede encontrar más información acerca del cálculo completo de la producción FV en: <http://solargis.com/products/pv-yield-assessment-study/>.

12. Responsabilidad e información legal

Dada la naturaleza fluctuante del clima, los cambios inter-anales del mismo, y la incertidumbre en las medidas y los procedimientos de cálculo aplicados, Solargis s.r.o. no puede garantizar totalmente la exactitud de sus datos. No obstante, se ha puesto el máximo empeño en el cálculo preciso de las condiciones climáticas basándose en los mejores datos, software y conocimiento disponibles. Solargis s.r.o. no se responsabiliza de ningún daño ocasionado directa o indirectamente como consecuencia del uso del informe proporcionado.

Este informe es propiedad de © 2016 Solargis s.r.o., todos los derechos reservados.
Solargis® es una marca registrada de Solargis s.r.o.

13. Información de contacto

Este informe ha sido generado por SUNCO ENERGY, S.L., C/Bergueda 1 A-3, 08820, BARCELONA, Spain,
<http://www.suncosystems.com>.

Este documento está firmado electrónicamente por Solargis s.r.o..

EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA

Número del informe: PV-29361-1611-489
Fecha: 16 de noviembre de 2016 11:49 (UTC)

1. Descripción del emplazamiento

Nombre del sitio: Barcelona, España

Coordenadas: **41° 25' 48.59" N, 02° 10' 52.21" E**
Elevación: 55 m
Pendiente: 3°
Orientación: 79° este

Irradiación global anual en plano inclinado: **1906 kWh/m²**
Temperatura ambiente anual a 2 m: **15.9 °C**

2. Descripción del sistema FV

Potencia instalada: **50.0 kWp**
Tipo de módulos: silicio cristalino (**c-Si**)
Estructura: **estructura fija, sobreelevada**
Orient./Incl.: **180° (sur) / 36°**
Efic. (Euro) inversor: 97.5%
Pérdidas DC/AC: 5.5% / 1.5%
Disponibilidad: 99.0%

Producción eléctrica anual media: **76.3 MWh**
Rendimiento medio: **79.9%**

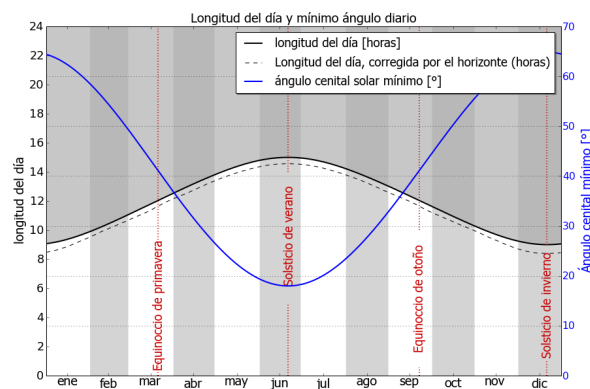
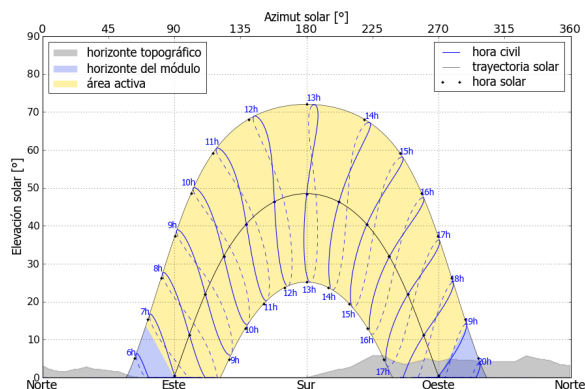
Localización en el mapa: <http://solargis.info/imaps/#tl=Google:satellite&loc=41.430164088,2.1811683476&z=20>

3. Localización geográfica



Google Maps © 2016 Google

4. Horizonte topográfico y longitud del día



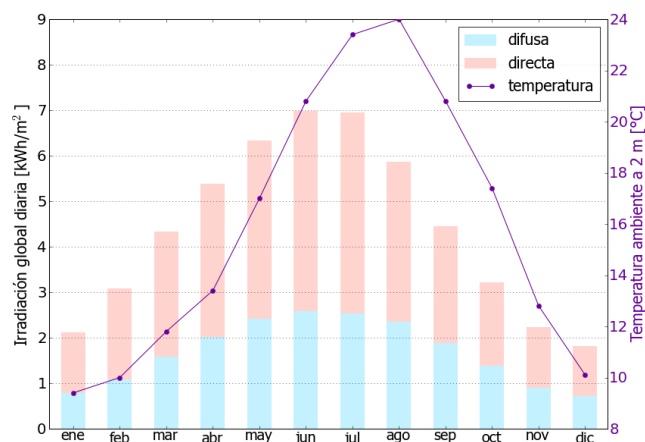
Izquierda: Trayectoria solar anual. El horizonte topográfico (en gris) y el horizonte del módulo (en azul) pueden dar lugar a ocultaciones solares. Los puntos negros muestran el tiempo solar verdadero. Las etiquetas en azul indican la hora civil local.

Derecha: Duración del día y ángulo cenital solar a lo largo del año. Si el horizonte local no es nulo, la duración real del día (tiempo en que el Sol está por encima del horizonte local) es menor que la duración astronómica.

Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.4302°/2.1812°
sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 36°

5. Irradiación global horizontal y temperatura ambiente - referencia climática

Mes	Gh _m	Gh _d	Dh _d	T ₂₄
ene	66	2.12	0.79	9.4
feb	86	3.08	1.09	10.0
mar	134	4.33	1.58	11.8
abr	162	5.39	2.02	13.4
may	196	6.33	2.42	17.0
jun	210	6.98	2.59	20.8
jul	215	6.95	2.54	23.4
ago	182	5.87	2.35	24.0
sep	134	4.45	1.89	20.8
oct	99	3.21	1.38	17.4
nov	67	2.23	0.90	12.8
dic	56	1.81	0.71	10.1
año	1607	4.40	1.69	15.9



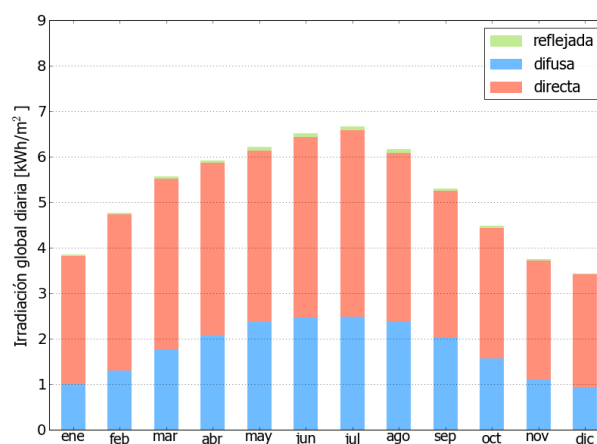
Medias anuales:

Gh_m Irradiación global mensual [kWh/m²]
Gh_d Irradiación global diaria [kWh/m²]
Dh_d Irradiación difusa diaria [kWh/m²]
T₂₄ Temperatura ambiente diaria (diurna) [°C]

6. Irradiación global en plano inclinado

Superficie fija, azimut 180° (sur), inclinación. 36°

Mes	Gi _m	Gi _d	Di _d	Ri _d	Sh _{loss}
ene	119	3.85	1.00	0.03	0.2
feb	134	4.77	1.30	0.04	0.2
mar	173	5.56	1.76	0.05	0.2
abr	178	5.92	2.08	0.06	0.2
may	192	6.21	2.37	0.08	0.3
jun	196	6.52	2.47	0.08	0.3
jul	207	6.66	2.48	0.08	0.2
ago	191	6.16	2.38	0.07	0.3
sep	159	5.30	2.02	0.05	0.3
oct	139	4.48	1.57	0.04	0.3
nov	113	3.75	1.10	0.03	0.3
dic	106	3.43	0.91	0.02	0.5
año	1906	5.22	1.79	0.05	0.3



Medias mensuales:

Gi_m Irradiación global mensual [kWh/m²]
Gi_d Irradiación global diaria [kWh/m²]
Di_d Irradiación difusa diaria [kWh/m²]
Ri_d Irradiación reflejada diaria [kWh/m²]

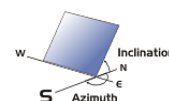
Sh_{loss} Pérdidas de irradiación global por sombreado topográfico [%]

Irradiación global anual media para diferentes tipos de superficie:

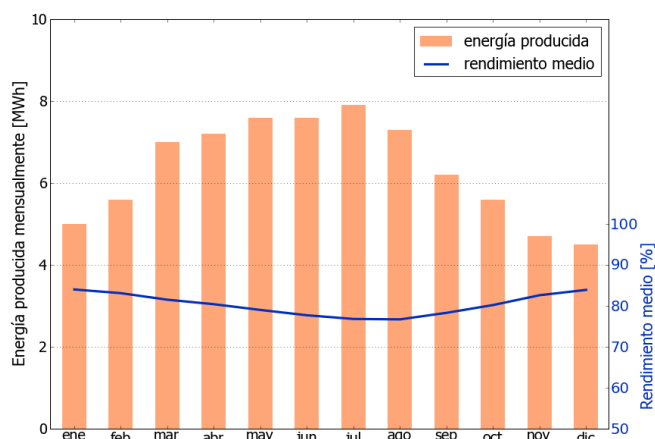
	kWh/m ²	relativo a la inclinación óptima
Horizontal	1607	84.3%
Con inclinación óptima (36°)	1905	100.0%
Seguimiento a 2 ejes	2464	129.3%
Su opción	1905	100.0%

Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.4302°/2.1812°
sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 36°

7. Producción eléctrica FV inicial



Mes	Es _m	Es _d	Et _m	E _{share}	PR
ene	100	3.24	5.0	6.6	84.0
feb	111	3.97	5.6	7.3	83.1
mar	141	4.55	7.0	9.2	81.5
abr	143	4.78	7.2	9.4	80.4
may	152	4.92	7.6	10.0	79.0
jun	152	5.08	7.6	10.0	77.7
jul	159	5.13	7.9	10.4	76.8
ago	147	4.74	7.3	9.6	76.7
sep	125	4.16	6.2	8.2	78.3
oct	112	3.60	5.6	7.3	80.2
nov	93	3.10	4.7	6.1	82.6
dic	90	2.90	4.5	5.9	83.9
año	1526	4.18	76.3	100.0	79.9



Medias mensuales:

Es_m Producción eléctrica específica mensual total [kWh/kWp]
Es_d Producción eléctrica específica diaria total [kWh/kWp]
Et_m Producción eléctrica mensual total [MWh]

E_{share} Porcentaje mensual de producción eléctrica [%]
PR Rendimiento [%]

8. Pérdidas y rendimiento del sistema

Fase en la conversión de energía	Energía producida [kWh/kWp]	Pérdidas [kWh/kWp]	Pérdidas [%]	Rendimiento [parcial %]	Rendimiento [acumul. %]
1. Irrad. global incidente en la superficie (entrada)	1910	-	-	100.0	100.0
2. Irrad. global reducida por el sombreado topográfico	1905	-5	-0.3	99.7	99.7
3. Irrad. global reducida por la reflectividad	1856	-50	-2.6	97.4	97.1
4. Conversión DC en los módulos	1698	-157	-8.5	91.5	88.9
5. Otras pérdidas DC	1605	-93	-5.5	94.5	84.0
6. Inversores (conversión DC/AC)	1565	-40	-2.5	97.5	81.9
7. Pérdidas en AC en el transformador y el cableado	1541	-24	-1.5	98.5	80.7
8. Disponibilidad reducida	1526	-15	-1.0	99.0	79.9
Rendimiento total del sistema	1526	-385	-20.1	-	79.9

Fases de conversión de la energía y pérdidas asociadas:

- Se asume una producción inicial bajo condiciones estándar de operación,
- Reducción de la irradiación global debido a obstrucciones por el horizonte topográfico y otros módulos FV,
- Proporción de irradiación global que es reflejada por la superficie de los módulos FV (típicamente, cristalinos),
- Pérdidas en los módulos debido a la conversión de radiación solar en corriente continua (DC); cambio de la eficiencia por desvío de las condiciones estándar de operación,
- Pérdidas DC: desajuste entre módulos FV, pérdidas de calor en los cables y conexiones, pérdidas debidas a suciedad, nieve, hielo y auto-sombreado de los módulos FV,
- Este paso considera la eficiencia (Euro) para aproximar las pérdidas promedio en el inversor,
- Las pérdidas en la sección AC y el transformador (donde sea aplicable) dependen de la arquitectura del sistema,
- El parámetro de disponibilidad asume pérdidas debido a periodos de inactividad causados por operaciones de mantenimiento o fallos.

Las pérdidas en los pasos 2 y 4 están modeladas numéricamente en pvPlanner. Las pérdidas en los pasos 5 y 8 deben ser calculadas por el usuario. Los modelos de simulación tienen incertidumbres inherentes que no se contemplan en este informe. Si desea evaluar posibles riesgos, puede encontrar información adicional sobre los métodos de simulación empleados y las incertidumbres asociadas en <http://solargis.com/products/pvplanner/>.

Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.4302°/2.1812°
sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 36°

9. Solargis v21a - descripción de la base de datos

Solargis es una base de datos climáticos de alta resolución operada por Solargis s.r.o.. Las capas de información incluyen la radiación solar, la temperatura ambiente y datos del terreno (altura y horizonte).

Temperatura ambiente a 2 m: obtenida a partir de los reanálisis del CFSR (© NOAA NCEP, USA); años: 1994 - 2011; refinado a valores cada 15 minutos. Los datos han sido tratados topográficamente (la resolución de 1 km) para incluir la alta variabilidad espacial del terreno.

Radiación solar: obtenida a partir de los datos atmosféricos y del datos de satélite:

- Meteosat PRIME satélite (© EUMETSAT, Alemania) 1994 - 2015, los valores de 15 minutos o 30 minutos para Europa, África y Oriente Medio,
- Meteosat IODC satélite (© EUMETSAT, Alemania) 1999 - 2015, 30 - valores de minutos para Asia,
- GOES EAST satélite (© NOAA, USA) 1999 - 2015, 30 minutos los valores de América,
- GOES WEST satélite (© NOAA, USA) 1999 - 2015, 30 minutos los valores de América y Pacífico,
- MTSAT satélite (© JMA, Japón) 2007 - 2015, los valores de 30 minutos para el Pacífico,
- MACC-II/CAMS (© ECMWF, UK) 2003 - 2015, los datos atmosféricos,
- GFS (© NOAA, USA), 1994 - 2015, los datos atmosféricos,
- MERRA-2 (© NASA, USA), 1994 - 2002, los datos atmosféricos.

Esta evaluación asume años de 365 días. Ocasionalmente, pueden aparecer errores de redondeo numérico que no son atribuibles a defectos del algoritmo aplicado. Puede consultar información adicional sobre los datos, algoritmos y la incertidumbre aplicados en: <http://solargis.com/products/pvplanner/>.

10. Proveedor del servicio

Solargis s.r.o. , Milana Marečka 3, 84108 Bratislava, Eslovaquia; ID del proveedor: 45 354 766, CIF: SK2022962766; Registro: Registro comercial, Juzgado de Distrito Bratislava I, Sección Sro, Archivo 62765/B

11. Modo de uso

Este informe muestra la estimación de la energía solar en la fase de puesta en marcha de un sistema fotovoltaico. Las estimaciones son lo suficientemente precisas para sistemas FV pequeños y medianos. Para simulaciones con seguidores solares, sólo se presentan opciones teóricas sin considerar 'backtracking' ni sombreado. Para la planificación y financiación de grandes proyectos, es necesaria más información:

1. Distribución estadística e incertidumbre de la radiación solar.
2. Especificación detallada del sistema FV
3. Variabilidad interanual e incertidumbre P90 de la producción FV
4. Ciclo de vida de la producción energética teniendo en cuenta la degradación del rendimiento de los componentes FV. Puede encontrar más información acerca del cálculo completo de la producción FV en: <http://solargis.com/products/pv-yield-assessment-study/>.

12. Responsabilidad e información legal

Dada la naturaleza fluctuante del clima, los cambios inter-anales del mismo, y la incertidumbre en las medidas y los procedimientos de cálculo aplicados, Solargis s.r.o. no puede garantizar totalmente la exactitud de sus datos. No obstante, se ha puesto el máximo empeño en el cálculo preciso de las condiciones climáticas basándose en los mejores datos, software y conocimiento disponibles. Solargis s.r.o. no se responsabiliza de ningún daño ocasionado directa o indirectamente como consecuencia del uso del informe proporcionado.

Este informe es propiedad de © 2016 Solargis s.r.o., todos los derechos reservados.
Solargis® es una marca registrada de Solargis s.r.o.

13. Información de contacto

Este informe ha sido generado por SUNCO ENERGY, S.L., C/Bergueda 1 A-3, 08820, BARCELONA, Spain,
<http://www.suncosystems.com>.

Este documento está firmado electrónicamente por Solargis s.r.o..

EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA

Número del informe: PV-29361-1611-502
Fecha: 16 de noviembre de 2016 11:54 (UTC)

1. Descripción del emplazamiento

Nombre del sitio: Barcelona, España

Coordenadas: **41° 26' 9.32" N, 02° 12' 14.82" E**
Elevación: 21 m
Pendiente: 1°
Orientación: 171° sur

Irradiación global anual en plano inclinado: **1916 kWh/m²**
Temperatura ambiente anual a 2 m: **16.1 °C**

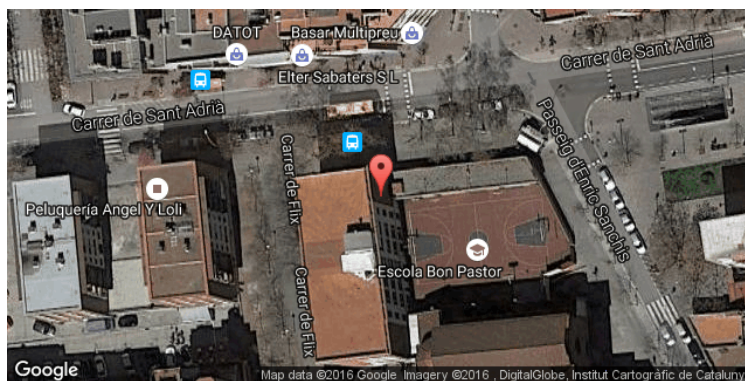
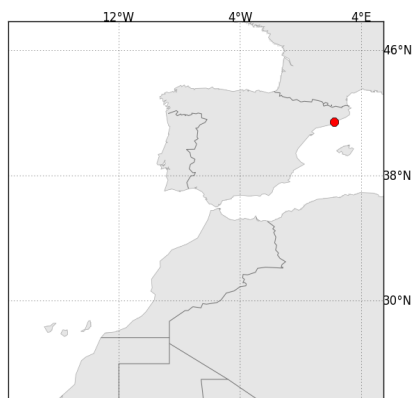
2. Descripción del sistema FV

Potencia instalada: **50.0 kWp**
Tipo de módulos: silicio cristalino (c-Si)
Estructura: **estructura fija, sobreelevada**
Orient./Incl.: **180° (sur) / 36°**
Efic. (Euro) inversor: 97.5%
Pérdidas DC/AC: 5.5% / 1.5%
Disponibilidad: 99.0%

Producción eléctrica anual media: **76.7 MWh**
Rendimiento medio: **79.8%**

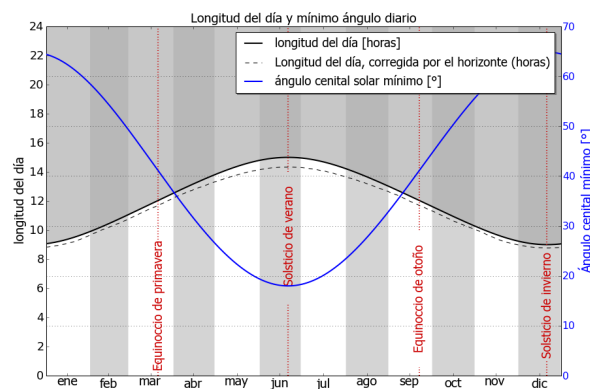
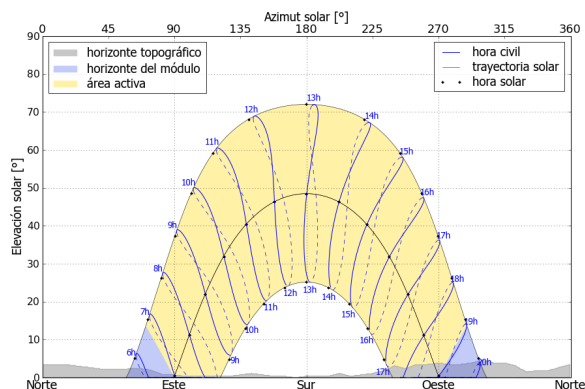
Localización en el mapa: <http://solargis.info/imaps/#tl=Google:satellite&loc=41.435922958,2.20411598682&z=19>

3. Localización geográfica



Google Maps © 2016 Google

4. Horizonte topográfico y longitud del día



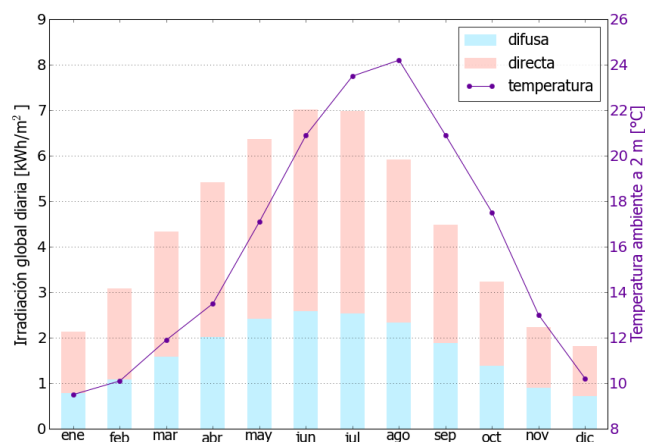
Izquierda: Trayectoria solar anual. El horizonte topográfico (en gris) y el horizonte del módulo (en azul) pueden dar lugar a ocultaciones solares. Los puntos negros muestran el tiempo solar verdadero. Las etiquetas en azul indican la hora civil local.

Derecha: Duración del día y ángulo cenital solar a lo largo del año. Si el horizonte local no es nulo, la duración real del día (tiempo en que el Sol está por encima del horizonte local) es menor que la duración astronómica.

Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.4359°/2.2041°
sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 36°

5. Irradiación global horizontal y temperatura ambiente - referencia climática

Mes	Gh _m	Gh _d	Dh _d	T ₂₄
ene	66	2.13	0.79	9.5
feb	87	3.09	1.09	10.1
mar	135	4.34	1.59	11.9
abr	162	5.41	2.01	13.5
may	197	6.36	2.42	17.1
jun	210	7.01	2.58	20.9
jul	217	6.98	2.53	23.5
ago	184	5.92	2.34	24.2
sep	135	4.49	1.88	20.9
oct	100	3.23	1.39	17.5
nov	67	2.23	0.90	13.0
dic	56	1.82	0.71	10.2
año	1615	4.42	1.69	16.1



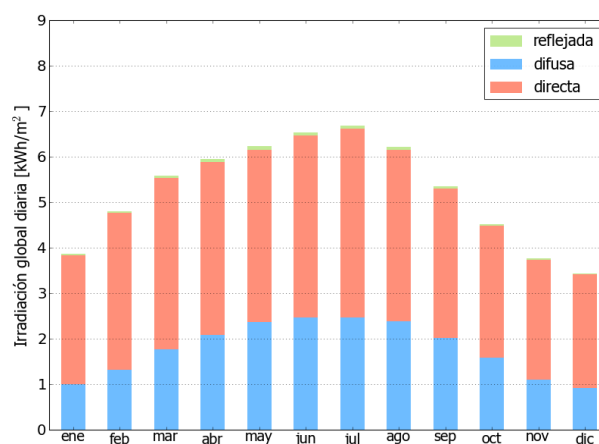
Medias anuales:

Gh_m Irradiación global mensual [kWh/m²]
Gh_d Irradiación global diaria [kWh/m²]
Dh_d Irradiación difusa diaria [kWh/m²]
T₂₄ Temperatura ambiente diaria (diurna) [°C]

6. Irradiación global en plano inclinado

Superficie fija, azimut 180° (sur), inclinación. 36°

Mes	Gi _m	Gi _d	Di _d	Ri _d	Sh _{loss}
ene	120	3.87	1.00	0.03	0.2
feb	134	4.80	1.31	0.04	0.2
mar	173	5.59	1.77	0.05	0.2
abr	179	5.95	2.08	0.06	0.2
may	193	6.23	2.36	0.08	0.3
jun	197	6.54	2.47	0.08	0.2
jul	208	6.69	2.47	0.08	0.2
ago	193	6.22	2.38	0.07	0.2
sep	161	5.35	2.01	0.05	0.3
oct	140	4.52	1.58	0.04	0.2
nov	113	3.76	1.10	0.03	0.2
dic	107	3.44	0.91	0.02	0.2
año	1916	5.25	1.79	0.05	0.2



Medias mensuales:

Gi_m Irradiación global mensual [kWh/m²]
Gi_d Irradiación global diaria [kWh/m²]
Di_d Irradiación difusa diaria [kWh/m²]
Ri_d Irradiación reflejada diaria [kWh/m²]

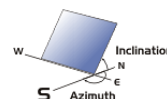
Sh_{loss} Pérdidas de irradiación global por sombreado topográfico [%]

Irradiación global anual media para diferentes tipos de superficie:

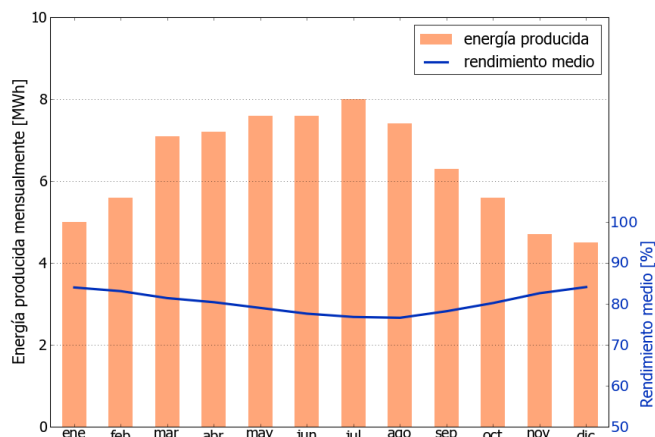
	kWh/m²	relativo a la inclinación óptima
Horizontal	1615	84.3%
Con inclinación óptima (36°)	1916	100.0%
Seguimiento a 2 ejes	2478	129.3%
Su opción	1916	100.0%

Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.4359°/2.2041°
sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 36°

7. Producción eléctrica FV inicial



Mes	Es _m	Es _d	Et _m	E _{share}	PR
ene	101	3.25	5.0	6.6	84.0
feb	112	3.99	5.6	7.3	83.1
mar	141	4.56	7.1	9.2	81.4
abr	144	4.80	7.2	9.4	80.4
may	153	4.94	7.6	10.0	79.0
jun	153	5.10	7.6	10.0	77.6
jul	160	5.15	8.0	10.4	76.8
ago	148	4.78	7.4	9.7	76.6
sep	126	4.20	6.3	8.2	78.2
oct	113	3.64	5.6	7.3	80.2
nov	93	3.11	4.7	6.1	82.6
dic	90	2.91	4.5	5.9	84.1
año	1533	4.20	76.7	100.0	79.8



Medias mensuales:

Es_m Producción eléctrica específica mensual total [kWh/kWp]
Es_d Producción eléctrica específica diaria total [kWh/kWp]
Et_m Producción eléctrica mensual total [MWh]

E_{share} Porcentaje mensual de producción eléctrica [%]
PR Rendimiento [%]

8. Pérdidas y rendimiento del sistema

Fase en la conversión de energía	Energía producida [kWh/kWp]	Pérdidas [kWh/kWp]	Pérdidas [%]	Rendimiento [parcial %]	Rendimiento [acumul. %]
1. Irrad. global incidente en la superficie (entrada)	1921	-	-	100.0	100.0
2. Irrad. global reducida por el sombreado topográfico	1916	-4	-0.2	99.8	99.8
3. Irrad. global reducida por la reflectividad	1866	-50	-2.6	97.4	97.2
4. Conversión DC en los módulos	1707	-160	-8.6	91.5	88.9
5. Otras pérdidas DC	1613	-94	-5.5	94.5	84.0
6. Inversores (conversión DC/AC)	1573	-40	-2.5	97.5	81.9
7. Pérdidas en AC en el transformador y el cableado	1549	-24	-1.5	98.5	80.7
8. Disponibilidad reducida	1533	-16	-1.0	99.0	79.8
Rendimiento total del sistema	1533	-387	-20.2	-	79.8

Fases de conversión de la energía y pérdidas asociadas:

1. Se asume una producción inicial bajo condiciones estándar de operación,
2. Reducción de la irradiación global debido a obstrucciones por el horizonte topográfico y otros módulos FV,
3. Proporción de irradiación global que es reflejada por la superficie de los módulos FV (típicamente, cristalinos),
4. Pérdidas en los módulos debido a la conversión de radiación solar en corriente continua (DC); cambio de la eficiencia por desvío de las condiciones estándar de operación,
5. Pérdidas DC: desajuste entre módulos FV, pérdidas de calor en los cables y conexiones, pérdidas debidas a suciedad, nieve, hielo y auto-sombreado de los módulos FV,
6. Este paso considera la eficiencia (Euro) para aproximar las pérdidas promedio en el inversor,
7. Las pérdidas en la sección AC y el transformador (donde sea aplicable) dependen de la arquitectura del sistema,
8. El parámetro de disponibilidad asume pérdidas debido a periodos de inactividad causados por operaciones de mantenimiento o fallos.

Las pérdidas en los pasos 2 y 4 están modeladas numéricamente en pvPlanner. Las pérdidas en los pasos 5 y 8 deben ser calculadas por el usuario. Los modelos de simulación tienen incertidumbres inherentes que no se contemplan en este informe. Si desea evaluar posibles riesgos, puede encontrar información adicional sobre los métodos de simulación empleados y las incertidumbres asociadas en <http://solargis.com/products/pvplanner/>.

Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.4359°/2.2041°

sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 36°

9. Solargis v21a - descripción de la base de datos

Solargis es una base de datos climáticos de alta resolución operada por Solargis s.r.o.. Las capas de información incluyen la radiación solar, la temperatura ambiente y datos del terreno (altura y horizonte).

Temperatura ambiente a 2 m: obtenida a partir de los reanálisis del CFSR (© NOAA NCEP, USA); años: 1994 - 2011; refinado a valores cada 15 minutos. Los datos han sido tratados topográficamente (la resolución de 1 km) para incluir la alta variabilidad espacial del terreno.

Radiación solar: obtenida a partir de los datos atmosféricos y del datos de satélite:

- Meteosat PRIME satélite (© EUMETSAT, Alemania) 1994 - 2015, los valores de 15 minutos o 30 minutos para Europa, África y Oriente Medio,
- Meteosat IODC satélite (© EUMETSAT, Alemania) 1999 - 2015, 30 - valores de minutos para Asia,
- GOES EAST satélite (© NOAA, USA) 1999 - 2015, 30 minutos los valores de América,
- GOES WEST satélite (© NOAA, USA) 1999 - 2015, 30 minutos los valores de América y Pacífico,
- MTSAT satélite (© JMA, Japón) 2007 - 2015, los valores de 30 minutos para el Pacífico,
- MACC-II/CAMS (© ECMWF, UK) 2003 - 2015, los datos atmosféricos,
- GFS (© NOAA, USA), 1994 - 2015, los datos atmosféricos,
- MERRA-2 (© NASA, USA), 1994 - 2002, los datos atmosféricos.

Esta evaluación asume años de 365 días. Ocasionalmente, pueden aparecer errores de redondeo numérico que no son atribuibles a defectos del algoritmo aplicado. Puede consultar información adicional sobre los datos, algoritmos y la incertidumbre aplicados en: <http://solargis.com/products/pvplanner/>.

10. Proveedor del servicio

Solargis s.r.o. , Milana Marečka 3, 84108 Bratislava, Eslovaquia; ID del proveedor: 45 354 766, CIF: SK2022962766; Registro: Registro comercial, Juzgado de Distrito Bratislava I, Sección Sro, Archivo 62765/B

11. Modo de uso

Este informe muestra la estimación de la energía solar en la fase de puesta en marcha de un sistema fotovoltaico. Las estimaciones son lo suficientemente precisas para sistemas FV pequeños y medianos. Para simulaciones con seguidores solares, sólo se presentan opciones teóricas sin considerar 'backtracking' ni sombreado. Para la planificación y financiación de grandes proyectos, es necesaria más información:

1. Distribución estadística e incertidumbre de la radiación solar.
2. Especificación detallada del sistema FV
3. Variabilidad interanual e incertidumbre P90 de la producción FV
4. Ciclo de vida de la producción energética teniendo en cuenta la degradación del rendimiento de los componentes FV. Puede encontrar más información acerca del cálculo completo de la producción FV en: <http://solargis.com/products/pv-yield-assessment-study/>.

12. Responsabilidad e información legal

Dada la naturaleza fluctuante del clima, los cambios inter- anuales del mismo, y la incertidumbre en las medidas y los procedimientos de cálculo aplicados, Solargis s.r.o. no puede garantizar totalmente la exactitud de sus datos. No obstante, se ha puesto el máximo empeño en el cálculo preciso de las condiciones climáticas basándose en los mejores datos, software y conocimiento disponibles. Solargis s.r.o. no se responsabiliza de ningún daño ocasionado directa o indirectamente como consecuencia del uso del informe proporcionado.

Este informe es propiedad de © 2016 Solargis s.r.o., todos los derechos reservados.
Solargis® es una marca registrada de Solargis s.r.o.

13. Información de contacto

Este informe ha sido generado por SUNCO ENERGY, S.L., C/Bergueda 1 A-3, 08820, BARCELONA, Spain,
<http://www.suncosystems.com>.

Este documento está firmado electrónicamente por Solargis s.r.o..

EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA

Número del informe: PV-29361-1611-515
Fecha: 16 de noviembre de 2016 11:58 (UTC)

1. Descripción del emplazamiento

Nombre del sitio: Barcelona, España

Coordenadas: **41° 27' 2.54" N, 02° 11' 29.52" E**
Elevación: 47 m
Pendiente: 5°
Orientación: 130° sudeste

Irradiación global anual en plano inclinado: **1912 kWh/m²**
Temperatura ambiente anual a 2 m: **15.9 °C**

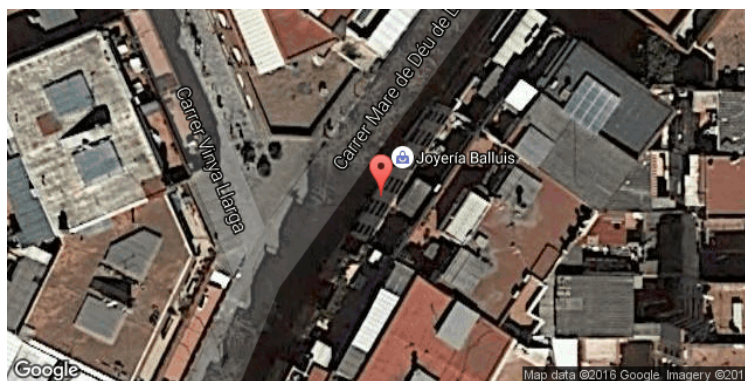
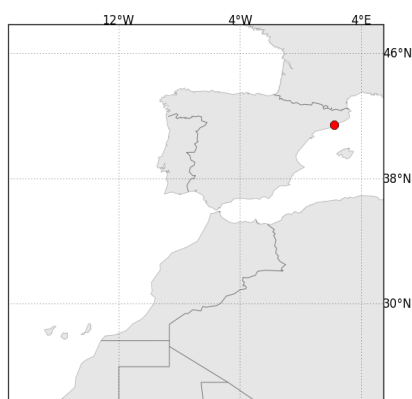
2. Descripción del sistema FV

Potencia instalada: **50.0 kWp**
Tipo de módulos: silicio cristalino (c-Si)
Estructura: **estructura fija, sobreelevada**
Orient./Incl.: **180° (sur) / 36°**
Efic. (Euro) inversor: 97.5%
Pérdidas DC/AC: 5.5% / 1.5%
Disponibilidad: 99.0%

Producción eléctrica anual media: **76.5 MWh**
Rendimiento medio: **79.9%**

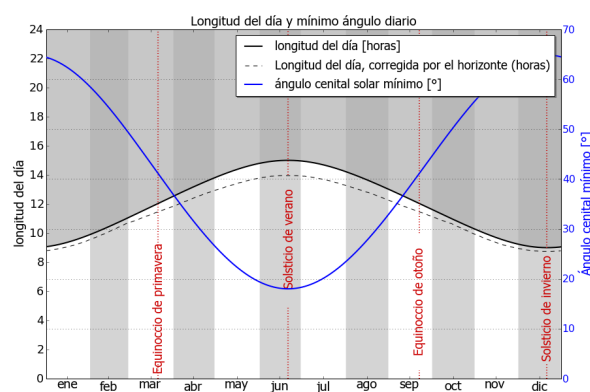
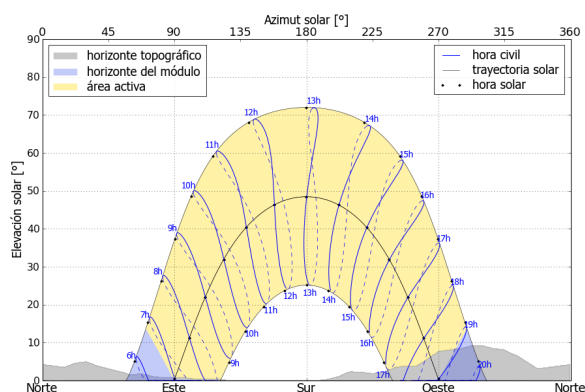
Localización en el mapa: <http://solargis.info/imaps/#tl=Google:satellite&loc=41.4507045622,2.19153240323&z=20>

3. Localización geográfica



Google Maps © 2016 Google

4. Horizonte topográfico y longitud del día



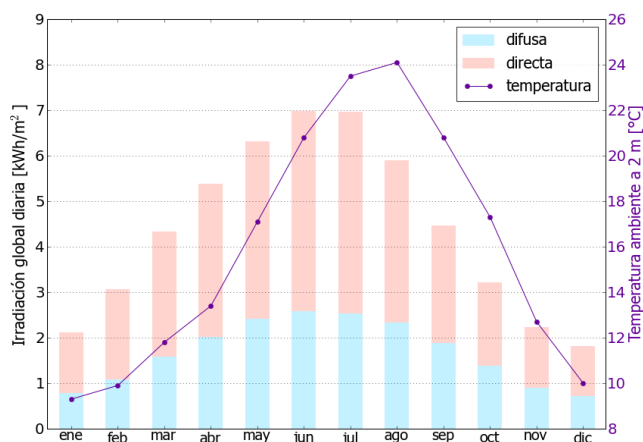
Izquierda: Trayectoria solar anual. El horizonte topográfico (en gris) y el horizonte del módulo (en azul) pueden dar lugar a ocultaciones solares. Los puntos negros muestran el tiempo solar verdadero. Las etiquetas en azul indican la hora civil local.

Derecha: Duración del día y ángulo cenital solar a lo largo del año. Si el horizonte local no es nulo, la duración real del día (tiempo en que el Sol está por encima del horizonte local) es menor que la duración astronómica.

Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.4507°/2.1915°
sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 36°

5. Irradiación global horizontal y temperatura ambiente - referencia climática

Mes	Gh _m	Gh _d	Dh _d	T ₂₄
ene	66	2.12	0.78	9.3
feb	86	3.07	1.08	9.9
mar	134	4.33	1.58	11.8
abr	162	5.38	2.01	13.4
may	196	6.32	2.42	17.1
jun	210	6.99	2.58	20.8
jul	216	6.97	2.53	23.5
ago	183	5.90	2.34	24.1
sep	134	4.47	1.88	20.8
oct	100	3.22	1.38	17.3
nov	67	2.23	0.90	12.7
dic	56	1.81	0.71	10.0
año	1609	4.41	1.69	15.9



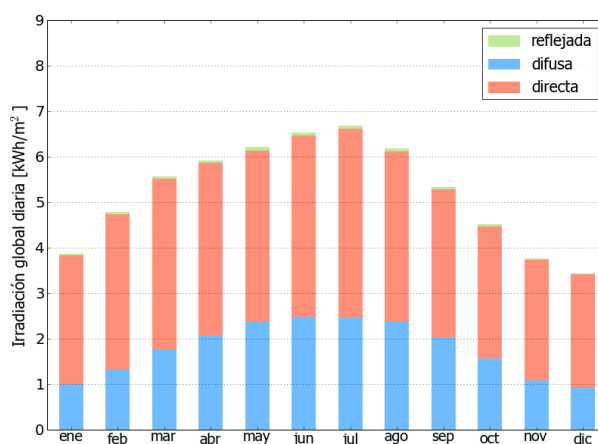
Medias anuales:

Gh_m Irradiación global mensual [kWh/m²]
Gh_d Irradiación global diaria [kWh/m²]
Dh_d Irradiación difusa diaria [kWh/m²]
T₂₄ Temperatura ambiente diaria (diurna) [°C]

6. Irradiación global en plano inclinado

Superficie fija, azimut 180° (sur), inclinación. 36°

Mes	Gi _m	Gi _d	Di _d	Ri _d	Sh _{loss}
ene	120	3.86	1.00	0.03	0.1
feb	134	4.78	1.31	0.04	0.1
mar	173	5.57	1.76	0.05	0.2
abr	178	5.92	2.08	0.06	0.2
may	192	6.21	2.37	0.08	0.2
jun	196	6.54	2.48	0.08	0.2
jul	208	6.69	2.47	0.08	0.2
ago	192	6.19	2.38	0.07	0.2
sep	160	5.33	2.01	0.05	0.2
oct	140	4.51	1.57	0.04	0.2
nov	113	3.76	1.09	0.03	0.2
dic	107	3.44	0.91	0.02	0.2
año	1912	5.24	1.79	0.05	0.2



Medias mensuales:

Gi_m Irradiación global mensual [kWh/m²]
Gi_d Irradiación global diaria [kWh/m²]
Di_d Irradiación difusa diaria [kWh/m²]
Ri_d Irradiación reflejada diaria [kWh/m²]

Sh_{loss} Pérdidas de irradiación global por sombreado topográfico [%]

Irradiación global anual media para diferentes tipos de superficie:

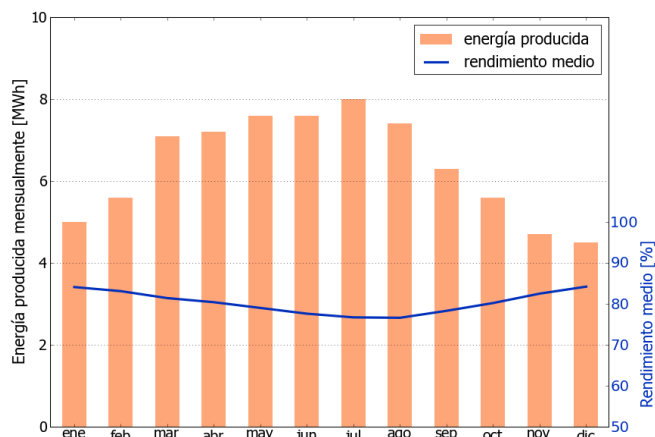
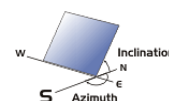
	kWh/m²	relativo a la inclinación óptima
Horizontal	1609	84.2%
Con inclinación óptima (36°)	1911	100.0%
Seguimiento a 2 ejes	2467	129.1%
Su opción	1911	100.0%

Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.4507°/2.1915°

sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 36°

7. Producción eléctrica FV inicial

Mes	E_{s_m}	E_{s_d}	E_{t_m}	E_{share}	PR
ene	101	3.25	5.0	6.6	84.1
feb	111	3.98	5.6	7.3	83.1
mar	141	4.55	7.1	9.2	81.4
abr	143	4.78	7.2	9.4	80.4
may	152	4.91	7.6	10.0	79.0
jun	153	5.09	7.6	10.0	77.6
jul	160	5.15	8.0	10.4	76.7
ago	148	4.76	7.4	9.6	76.6
sep	126	4.18	6.3	8.2	78.3
oct	113	3.63	5.6	7.4	80.2
nov	93	3.11	4.7	6.1	82.5
dic	90	2.90	4.5	5.9	84.2
año	1529	4.19	76.5	100.0	79.9



Medias mensuales:

E_{s_m} Producción eléctrica específica mensual total [kWh/kWp]
 E_{s_d} Producción eléctrica específica diaria total [kWh/kWp]
 E_{t_m} Producción eléctrica mensual total [MWh]

E_{share} Porcentaje mensual de producción eléctrica [%]
 PR Rendimiento [%]

8. Pérdidas y rendimiento del sistema

Fase en la conversión de energía	Energía producida [kWh/kWp]	Pérdidas [kWh/kWp]	Pérdidas [%]	Rendimiento [parcial %]	Rendimiento [acumul. %]
1. Irrad. global incidente en la superficie (entrada)	1915	-	-	100.0	100.0
2. Irrad. global reducida por el sombreado topográfico	1911	-4	-0.2	99.8	99.8
3. Irrad. global reducida por la reflectividad	1861	-50	-2.6	97.4	97.2
4. Conversión DC en los módulos	1702	-159	-8.6	91.4	88.9
5. Otras pérdidas DC	1609	-94	-5.5	94.5	84.0
6. Inversores (conversión DC/AC)	1568	-40	-2.5	97.5	81.9
7. Pérdidas en AC en el transformador y el cableado	1545	-24	-1.5	98.5	80.7
8. Disponibilidad reducida	1529	-16	-1.0	99.0	79.9
Rendimiento total del sistema	1529	-386	-20.1	-	79.9

Fases de conversión de la energía y pérdidas asociadas:

1. Se asume una producción inicial bajo condiciones estándar de operación,
2. Reducción de la irradiación global debido a obstrucciones por el horizonte topográfico y otros módulos FV,
3. Proporción de irradiación global que es reflejada por la superficie de los módulos FV (típicamente, cristalinos),
4. Pérdidas en los módulos debido a la conversión de radiación solar en corriente continua (DC); cambio de la eficiencia por desvío de las condiciones estándar de operación,
5. Pérdidas DC: desajuste entre módulos FV, pérdidas de calor en los cables y conexiones, pérdidas debidas a suciedad, nieve, hielo y auto-sombreado de los módulos FV,
6. Este paso considera la eficiencia (Euro) para aproximar las pérdidas promedio en el inversor,
7. Las pérdidas en la sección AC y el transformador (donde sea aplicable) dependen de la arquitectura del sistema,
8. El parámetro de disponibilidad asume pérdidas debido a periodos de inactividad causados por operaciones de mantenimiento o fallos.

Las pérdidas en los pasos 2 y 4 están modeladas numéricamente en pvPlanner. Las pérdidas en los pasos 5 y 8 deben ser calculadas por el usuario. Los modelos de simulación tienen incertidumbres inherentes que no se contemplan en este informe. Si desea evaluar posibles riesgos, puede encontrar información adicional sobre los métodos de simulación empleados y las incertidumbres asociadas en <http://solargis.com/products/pvplanner/>.

Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.4507°/2.1915°

sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 36°

9. Solargis v21a - descripción de la base de datos

Solargis es una base de datos climáticos de alta resolución operada por Solargis s.r.o.. Las capas de información incluyen la radiación solar, la temperatura ambiente y datos del terreno (altura y horizonte).

Temperatura ambiente a 2 m: obtenida a partir de los reanálisis del CFSR (© NOAA NCEP, USA); años: 1994 - 2011; refinado a valores cada 15 minutos. Los datos han sido tratados topográficamente (la resolución de 1 km) para incluir la alta variabilidad espacial del terreno.

Radiación solar: obtenida a partir de los datos atmosféricos y del datos de satélite:

- Meteosat PRIME satélite (© EUMETSAT, Alemania) 1994 - 2015, los valores de 15 minutos o 30 minutos para Europa, África y Oriente Medio,
- Meteosat IODC satélite (© EUMETSAT, Alemania) 1999 - 2015, 30 - valores de minutos para Asia,
- GOES EAST satélite (© NOAA, USA) 1999 - 2015, 30 minutos los valores de América,
- GOES WEST satélite (© NOAA, USA) 1999 - 2015, 30 minutos los valores de América y Pacífico,
- MTSAT satélite (© JMA, Japón) 2007 - 2015, los valores de 30 minutos para el Pacífico,
- MACC-II/CAMS (© ECMWF, UK) 2003 - 2015, los datos atmosféricos,
- GFS (© NOAA, USA), 1994 - 2015, los datos atmosféricos,
- MERRA-2 (© NASA, USA), 1994 - 2002, los datos atmosféricos.

Esta evaluación asume años de 365 días. Ocasionalmente, pueden aparecer errores de redondeo numérico que no son atribuibles a defectos del algoritmo aplicado. Puede consultar información adicional sobre los datos, algoritmos y la incertidumbre aplicados en: <http://solargis.com/products/pvplanner/>.

10. Proveedor del servicio

Solargis s.r.o. , Milana Marečka 3, 84108 Bratislava, Eslovaquia; ID del proveedor: 45 354 766, CIF: SK2022962766; Registro: Registro comercial, Juzgado de Distrito Bratislava I, Sección Sro, Archivo 62765/B

11. Modo de uso

Este informe muestra la estimación de la energía solar en la fase de puesta en marcha de un sistema fotovoltaico. Las estimaciones son lo suficientemente precisas para sistemas FV pequeños y medianos. Para simulaciones con seguidores solares, sólo se presentan opciones teóricas sin considerar 'backtracking' ni sombreado. Para la planificación y financiación de grandes proyectos, es necesaria más información:

1. Distribución estadística e incertidumbre de la radiación solar.
2. Especificación detallada del sistema FV
3. Variabilidad interanual e incertidumbre P90 de la producción FV
4. Ciclo de vida de la producción energética teniendo en cuenta la degradación del rendimiento de los componentes FV. Puede encontrar más información acerca del cálculo completo de la producción FV en: <http://solargis.com/products/pv-yield-assessment-study/>.

12. Responsabilidad e información legal

Dada la naturaleza fluctuante del clima, los cambios inter-anales del mismo, y la incertidumbre en las medidas y los procedimientos de cálculo aplicados, Solargis s.r.o. no puede garantizar totalmente la exactitud de sus datos. No obstante, se ha puesto el máximo empeño en el cálculo preciso de las condiciones climáticas basándose en los mejores datos, software y conocimiento disponibles. Solargis s.r.o. no se responsabiliza de ningún daño ocasionado directa o indirectamente como consecuencia del uso del informe proporcionado.

Este informe es propiedad de © 2016 Solargis s.r.o., todos los derechos reservados.
Solargis® es una marca registrada de Solargis s.r.o.

13. Información de contacto

Este informe ha sido generado por SUNCO ENERGY, S.L., C/Bergueda 1 A-3, 08820, BARCELONA, Spain,
<http://www.suncosystems.com>.

Este documento está firmado electrónicamente por Solargis s.r.o..

EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA

Número del informe: PV-29361-1611-409
Fecha: 15 de noviembre de 2016 12:03 (UTC)

1. Descripción del emplazamiento

Nombre del sitio: Barcelona, España

Coordenadas: **41° 23' 28.6" N, 02° 11' 39.62" E**
Elevación: 14 m
Pendiente: 1°
Orientación: 330° noroeste

Irradiación global anual en plano inclinado: **1909 kWh/m²**
Temperatura ambiente anual a 2 m: **16.2 °C**

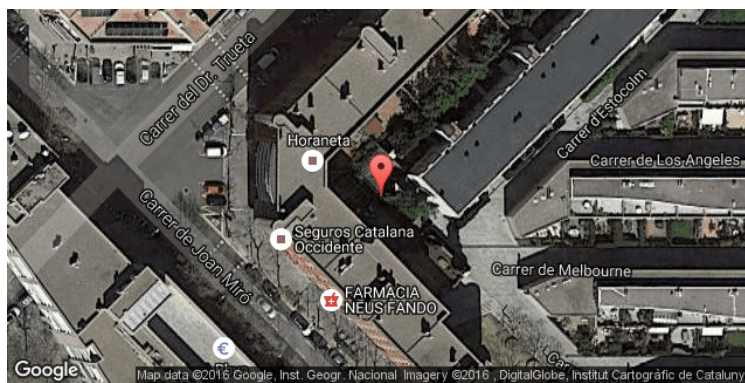
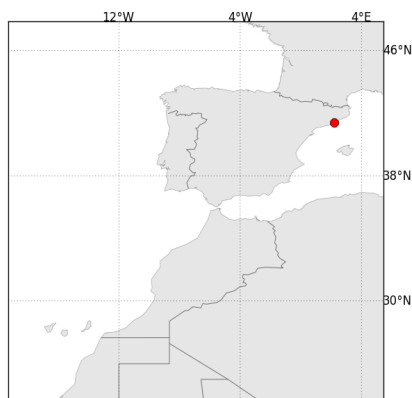
2. Descripción del sistema FV

Potencia instalada: **50.0 kWp**
Tipo de módulos: silicio cristalino (**c-Si**)
Estructura: **estructura fija, sobreelevada**
Orient./Incl.: **180° (sur) / 36°**
Efic. (Euro) inversor: 97.5%
Pérdidas DC/AC: 5.5% / 1.5%
Disponibilidad: 99.0%

Producción eléctrica anual media: **76.5 MWh**
Rendimiento medio: **80.0%**

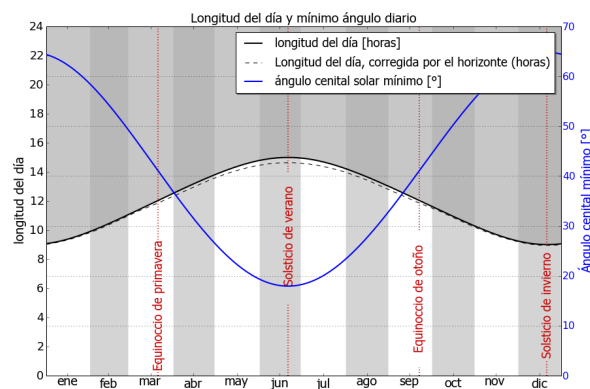
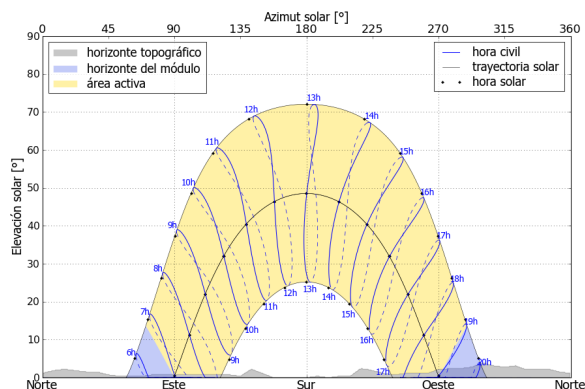
Localización en el mapa: <http://solargis.info/imaps/#tl=Google:satellite&loc=41.3912776417,2.19433933496&z=19>

3. Localización geográfica



Google Maps © 2016 Google

4. Horizonte topográfico y longitud del día



Izquierda: Trayectoria solar anual. El horizonte topográfico (en gris) y el horizonte del módulo (en azul) pueden dar lugar a ocultaciones solares. Los puntos negros muestran el tiempo solar verdadero. Las etiquetas en azul indican la hora civil local.

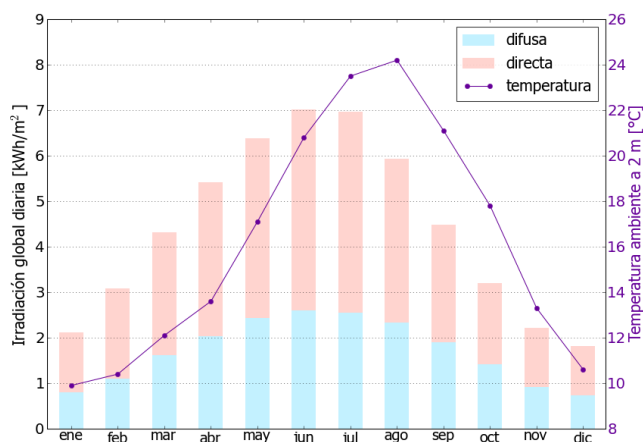
Derecha: Duración del día y ángulo cenital solar a lo largo del año. Si el horizonte local no es nulo, la duración real del día (tiempo en que el Sol está por encima del horizonte local) es menor que la duración astronómica.

Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.3913°/2.1943°

sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 36°

5. Irradiación global horizontal y temperatura ambiente - referencia climática

Mes	Gh _m	Gh _d	Dh _d	T ₂₄
ene	66	2.12	0.80	9.9
feb	86	3.08	1.10	10.4
mar	134	4.32	1.62	12.1
abr	162	5.41	2.03	13.6
may	198	6.38	2.43	17.1
jun	211	7.02	2.60	20.8
jul	216	6.97	2.55	23.5
ago	184	5.93	2.34	24.2
sep	134	4.48	1.90	21.1
oct	99	3.20	1.42	17.8
nov	66	2.21	0.92	13.3
dic	56	1.81	0.73	10.6
año	1613	4.42	1.71	16.2



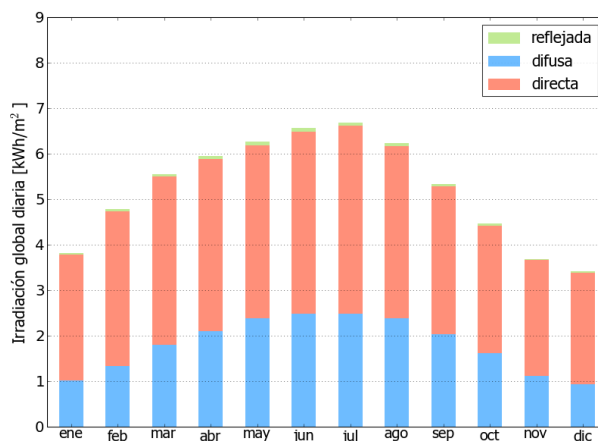
Medias anuales:

Gh _m	Irradiación global mensual [kWh/m²]
Gh _d	Irradiación global diaria [kWh/m²]
Dh _d	Irradiación difusa diaria [kWh/m²]
T ₂₄	Temperatura ambiente diaria (diurna) [°C]

6. Irradiación global en plano inclinado

Superficie fija, azimut 180° (sur), inclinación. 36°

Mes	Gi _m	Gi _d	Di _d	Ri _d	Sh _{loss}
ene	118	3.82	1.01	0.03	0.1
feb	134	4.78	1.33	0.04	0.1
mar	172	5.55	1.80	0.05	0.1
abr	179	5.95	2.10	0.06	0.2
may	194	6.27	2.38	0.08	0.2
jun	197	6.57	2.49	0.08	0.2
jul	207	6.69	2.49	0.08	0.2
ago	193	6.23	2.39	0.07	0.2
sep	160	5.33	2.03	0.05	0.2
oct	138	4.46	1.61	0.04	0.2
nov	111	3.69	1.12	0.03	0.1
dic	106	3.41	0.94	0.02	0.1
año	1909	5.23	1.81	0.05	0.2



Medias mensuales:

Gi _m	Irradiación global mensual [kWh/m²]
Gi _d	Irradiación global diaria [kWh/m²]
Di _d	Irradiación difusa diaria [kWh/m²]
Ri _d	Irradiación reflejada diaria [kWh/m²]

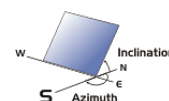
Sh_{loss} Pérdidas de irradiación global por sombreado topográfico [%]

Irradiación global anual media para diferentes tipos de superficie:

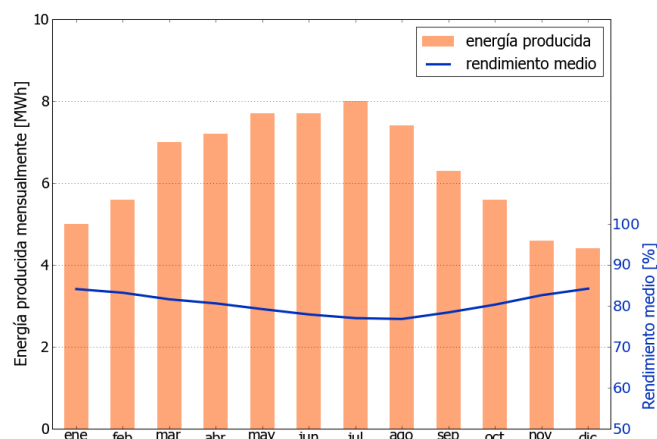
	kWh/m²	relativo a la inclinación óptima
Horizontal	1613	84.5%
Con inclinación óptima (36°)	1909	100.0%
Seguimiento a 2 ejes	2468	129.3%
Su opción	1909	100.0%

Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.3913°/2.1943°
sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 36°

7. Producción eléctrica FV inicial



Mes	E_{s_m}	E_{s_d}	E_{t_m}	E_{share}	PR
ene	100	3.21	5.0	6.5	84.1
feb	111	3.97	5.6	7.3	83.2
mar	141	4.54	7.0	9.2	81.6
abr	144	4.81	7.2	9.4	80.6
may	154	4.97	7.7	10.1	79.2
jun	154	5.13	7.7	10.1	77.9
jul	160	5.16	8.0	10.5	77.0
ago	149	4.80	7.4	9.7	76.8
sep	126	4.19	6.3	8.2	78.4
oct	111	3.58	5.6	7.3	80.3
nov	92	3.05	4.6	6.0	82.6
dic	89	2.87	4.4	5.8	84.2
año	1530	4.19	76.5	100.0	80.0



Medias mensuales:

E_{s_m} Producción eléctrica específica mensual total [kWh/kWp]
 E_{s_d} Producción eléctrica específica diaria total [kWh/kWp]
 E_{t_m} Producción eléctrica mensual total [MWh]

E_{share} Porcentaje mensual de producción eléctrica [%]
 PR Rendimiento [%]

8. Pérdidas y rendimiento del sistema

Fase en la conversión de energía	Energía producida [kWh/kWp]	Pérdidas [kWh/kWp]	Pérdidas [%]	Rendimiento	
				[parcial %]	[acumul. %]
1. Irrad. global incidente en la superficie (entrada)	1912	-	-	100.0	100.0
2. Irrad. global reducida por el sombreado topográfico	1909	-3	-0.2	99.8	99.8
3. Irrad. global reducida por la reflectividad	1859	-50	-2.6	97.4	97.2
4. Conversión DC en los módulos	1702	-157	-8.4	91.6	89.0
5. Otras pérdidas DC	1609	-94	-5.5	94.5	84.1
6. Inversores (conversión DC/AC)	1568	-40	-2.5	97.5	82.0
7. Pérdidas en AC en el transformador y el cableado	1545	-24	-1.5	98.5	80.8
8. Disponibilidad reducida	1529	-16	-1.0	99.0	80.0
Rendimiento total del sistema	1529	-383	-20.0	-	80.0

Fases de conversión de la energía y pérdidas asociadas:

1. Se asume una producción inicial bajo condiciones estándar de operación,
2. Reducción de la irradiación global debido a obstrucciones por el horizonte topográfico y otros módulos FV,
3. Proporción de irradiación global que es reflejada por la superficie de los módulos FV (típicamente, cristalinos),
4. Pérdidas en los módulos debido a la conversión de radiación solar en corriente continua (DC); cambio de la eficiencia por desvío de las condiciones estándar de operación,
5. Pérdidas DC: desajuste entre módulos FV, pérdidas de calor en los cables y conexiones, pérdidas debidas a suciedad, nieve, hielo y auto-sombreado de los módulos FV,
6. Este paso considera la eficiencia (Euro) para aproximar las pérdidas promedio en el inversor,
7. Las pérdidas en la sección AC y el transformador (donde sea aplicable) dependen de la arquitectura del sistema,
8. El parámetro de disponibilidad asume pérdidas debido a periodos de inactividad causados por operaciones de mantenimiento o fallos.

Las pérdidas en los pasos 2 y 4 están modeladas numéricamente en pvPlanner. Las pérdidas en los pasos 5 y 8 deben ser calculadas por el usuario. Los modelos de simulación tienen incertidumbres inherentes que no se contemplan en este informe. Si desea evaluar posibles riesgos, puede encontrar información adicional sobre los métodos de simulación empleados y las incertidumbres asociadas en <http://solargis.com/products/pvplanner/>.

Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.3913°/2.1943°
sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 36°

9. Solargis v21a - descripción de la base de datos

Solargis es una base de datos climáticos de alta resolución operada por Solargis s.r.o.. Las capas de información incluyen la radiación solar, la temperatura ambiente y datos del terreno (altura y horizonte).

Temperatura ambiente a 2 m: obtenida a partir de los reanálisis del CFSR (© NOAA NCEP, USA); años: 1994 - 2011; refinado a valores cada 15 minutos. Los datos han sido tratados topográficamente (la resolución de 1 km) para incluir la alta variabilidad espacial del terreno.

Radiación solar: obtenida a partir de los datos atmosféricos y del datos de satélite:

- Meteosat PRIME satélite (© EUMETSAT, Alemania) 1994 - 2015, los valores de 15 minutos o 30 minutos para Europa, África y Oriente Medio,
- Meteosat IODC satélite (© EUMETSAT, Alemania) 1999 - 2015, 30 - valores de minutos para Asia,
- GOES EAST satélite (© NOAA, USA) 1999 - 2015, 30 minutos los valores de América,
- GOES WEST satélite (© NOAA, USA) 1999 - 2015, 30 minutos los valores de América y Pacífico,
- MTSAT satélite (© JMA, Japón) 2007 - 2015, los valores de 30 minutos para el Pacífico,
- MACC-II/CAMS (© ECMWF, UK) 2003 - 2015, los datos atmosféricos,
- GFS (© NOAA, USA), 1994 - 2015, los datos atmosféricos,
- MERRA-2 (© NASA, USA), 1994 - 2002, los datos atmosféricos.

Esta evaluación asume años de 365 días. Ocasionalmente, pueden aparecer errores de redondeo numérico que no son atribuibles a defectos del algoritmo aplicado. Puede consultar información adicional sobre los datos, algoritmos y la incertidumbre aplicados en: <http://solargis.com/products/pvplanner/>.

10. Proveedor del servicio

Solargis s.r.o. , Milana Marečka 3, 84108 Bratislava, Eslovaquia; ID del proveedor: 45 354 766, CIF: SK2022962766; Registro: Registro comercial, Juzgado de Distrito Bratislava I, Sección Sro, Archivo 62765/B

11. Modo de uso

Este informe muestra la estimación de la energía solar en la fase de puesta en marcha de un sistema fotovoltaico. Las estimaciones son lo suficientemente precisas para sistemas FV pequeños y medianos. Para simulaciones con seguidores solares, sólo se presentan opciones teóricas sin considerar 'backtracking' ni sombreado. Para la planificación y financiación de grandes proyectos, es necesaria más información:

1. Distribución estadística e incertidumbre de la radiación solar.
2. Especificación detallada del sistema FV
3. Variabilidad interanual e incertidumbre P90 de la producción FV
4. Ciclo de vida de la producción energética teniendo en cuenta la degradación del rendimiento de los componentes FV. Puede encontrar más información acerca del cálculo completo de la producción FV en: <http://solargis.com/products/pv-yield-assessment-study/>.

12. Responsabilidad e información legal

Dada la naturaleza fluctuante del clima, los cambios inter-anales del mismo, y la incertidumbre en las medidas y los procedimientos de cálculo aplicados, Solargis s.r.o. no puede garantizar totalmente la exactitud de sus datos. No obstante, se ha puesto el máximo empeño en el cálculo preciso de las condiciones climáticas basándose en los mejores datos, software y conocimiento disponibles. Solargis s.r.o. no se responsabiliza de ningún daño ocasionado directa o indirectamente como consecuencia del uso del informe proporcionado.

Este informe es propiedad de © 2016 Solargis s.r.o., todos los derechos reservados.
Solargis® es una marca registrada de Solargis s.r.o.

13. Información de contacto

Este informe ha sido generado por SUNCO ENERGY, S.L., C/Bergueda 1 A-3, 08820, BARCELONA, Spain,
<http://www.suncosystems.com>.

Este documento está firmado electrónicamente por Solargis s.r.o..

EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA

Número del informe: PV-29361-1611-421
Fecha: 15 de noviembre de 2016 12:07 (UTC)

1. Descripción del emplazamiento

Nombre del sitio: Barcelona, España

Coordenadas: **41° 24' 8.02" N, 02° 12' 3.67" E**
Elevación: 14 m
Pendiente: 1°
Orientación: 280° oeste

Irradiación global anual en plano inclinado: **1909 kWh/m²**
Temperatura ambiente anual a 2 m: **16.2 °C**

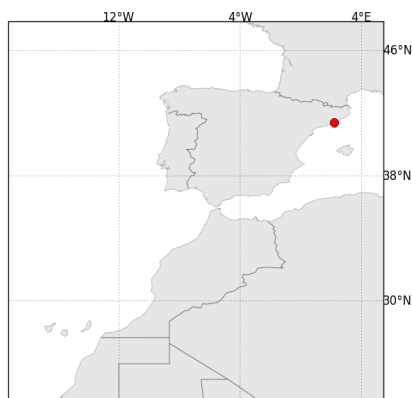
2. Descripción del sistema FV

Potencia instalada: **50.0 kWp**
Tipo de módulos: silicio cristalino (c-Si)
Estructura: **estructura fija, sobreelevada**
Orient./Incl.: **180° (sur) / 36°**
Efic. (Euro) inversor: 97.5%
Pérdidas DC/AC: 5.5% / 1.5%
Disponibilidad: 99.0%

Producción eléctrica anual media: **76.4 MWh**
Rendimiento medio: **79.9%**

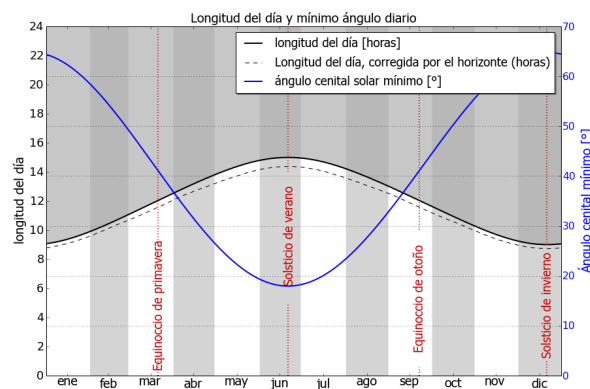
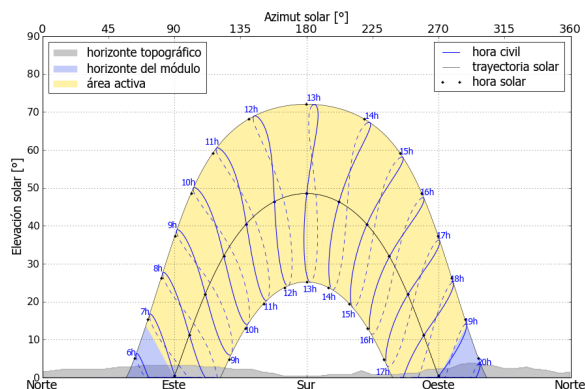
Localización en el mapa: <http://solargis.info/imaps/#tl=Google:satellite&loc=41.4022270325,2.20102071762&z=20>

3. Localización geográfica



Google Maps © 2016 Google

4. Horizonte topográfico y longitud del día



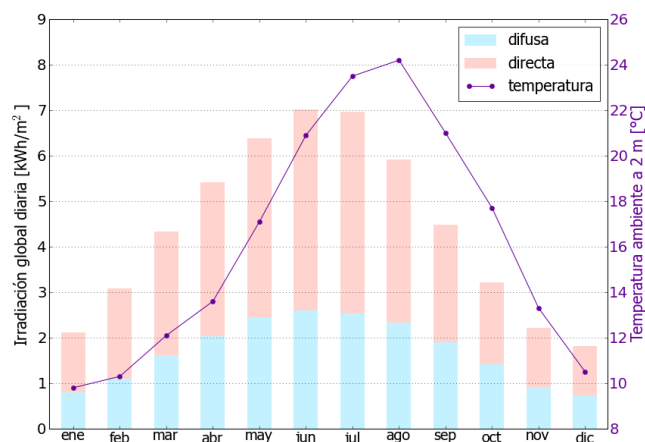
Izquierda: Trayectoria solar anual. El horizonte topográfico (en gris) y el horizonte del módulo (en azul) pueden dar lugar a ocultaciones solares. Los puntos negros muestran el tiempo solar verdadero. Las etiquetas en azul indican la hora civil local.

Derecha: Duración del día y ángulo cenital solar a lo largo del año. Si el horizonte local no es nulo, la duración real del día (tiempo en que el Sol está por encima del horizonte local) es menor que la duración astronómica.

Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.4022°/2.2010°
sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 36°

5. Irradiación global horizontal y temperatura ambiente - referencia climática

Mes	Gh _m	Gh _d	Dh _d	T ₂₄
ene	66	2.12	0.80	9.8
feb	86	3.08	1.10	10.3
mar	134	4.33	1.61	12.1
abr	162	5.41	2.03	13.6
may	198	6.38	2.43	17.1
jun	211	7.02	2.60	20.9
jul	216	6.97	2.54	23.5
ago	184	5.92	2.34	24.2
sep	135	4.48	1.90	21.0
oct	100	3.21	1.41	17.7
nov	66	2.21	0.92	13.3
dic	56	1.81	0.73	10.5
año	1613	4.42	1.70	16.2



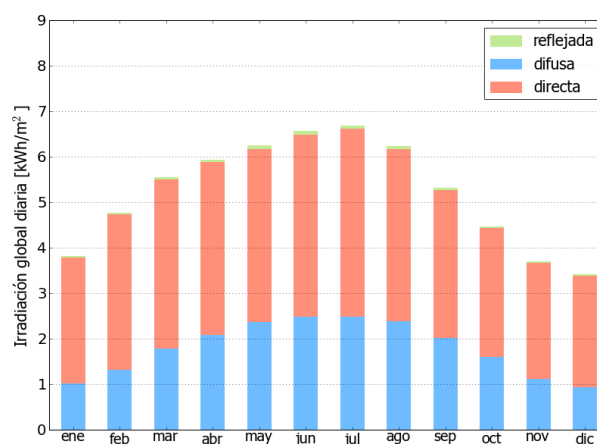
Medias anuales:

Gh_m Irradiación global mensual [kWh/m²]
Gh_d Irradiación global diaria [kWh/m²]
Dh_d Irradiación difusa diaria [kWh/m²]
T₂₄ Temperatura ambiente diaria (diurna) [°C]

6. Irradiación global en plano inclinado

Superficie fija, azimut 180° (sur), inclinación. 36°

Mes	Gi _m	Gi _d	Di _d	Ri _d	Sh _{loss}
ene	118	3.82	1.01	0.03	0.2
feb	134	4.77	1.32	0.04	0.2
mar	172	5.55	1.79	0.05	0.3
abr	178	5.94	2.09	0.06	0.3
may	194	6.25	2.37	0.08	0.3
jun	197	6.56	2.48	0.08	0.3
jul	207	6.69	2.48	0.08	0.3
ago	193	6.23	2.38	0.07	0.3
sep	160	5.32	2.02	0.05	0.3
oct	138	4.47	1.60	0.04	0.3
nov	111	3.70	1.12	0.03	0.3
dic	106	3.41	0.93	0.02	0.2
año	1909	5.23	1.80	0.05	0.3



Medias mensuales:

Gi_m Irradiación global mensual [kWh/m²]
Gi_d Irradiación global diaria [kWh/m²]
Di_d Irradiación difusa diaria [kWh/m²]
Ri_d Irradiación reflejada diaria [kWh/m²]

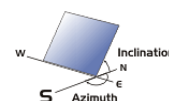
Sh_{loss} Pérdidas de irradiación global por sombreado topográfico [%]

Irradiación global anual media para diferentes tipos de superficie:

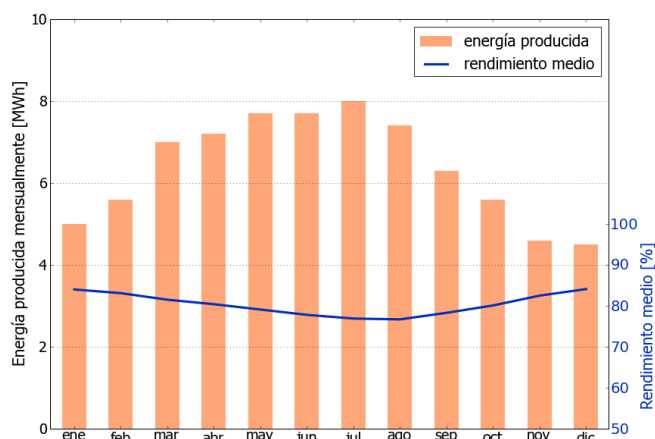
	kWh/m²	relativo a la inclinación óptima
Horizontal	1613	84.5%
Con inclinación óptima (36°)	1908	100.0%
Seguimiento a 2 ejes	2465	129.2%
Su opción	1908	100.0%

Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.4022°/2.2010°
sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 36°

7. Producción eléctrica FV inicial



Mes	Es _m	Es _d	Et _m	E _{share}	PR
ene	100	3.21	5.0	6.5	84.0
feb	111	3.97	5.6	7.3	83.1
mar	141	4.54	7.0	9.2	81.5
abr	144	4.80	7.2	9.4	80.4
may	154	4.96	7.7	10.1	79.1
jun	154	5.12	7.7	10.0	77.8
jul	160	5.15	8.0	10.5	76.9
ago	149	4.79	7.4	9.7	76.7
sep	126	4.19	6.3	8.2	78.3
oct	111	3.59	5.6	7.3	80.1
nov	92	3.06	4.6	6.0	82.5
dic	89	2.87	4.5	5.8	84.1
año	1529	4.19	76.4	100.0	79.9



Medias mensuales:

Es_m Producción eléctrica específica mensual total [kWh/kWp]
Es_d Producción eléctrica específica diaria total [kWh/kWp]
Et_m Producción eléctrica mensual total [MWh]

E_{share} Percentage mensual de producción eléctrica [%]
PR Rendimiento [%]

8. Pérdidas y rendimiento del sistema

Fase en la conversión de energía	Energía producida [kWh/kWp]	Pérdidas [kWh/kWp]	Pérdidas [%]	Rendimiento	
				[parcial %]	[acumul. %]
1. Irrad. global incidente en la superficie (entrada)	1914	-	-	100.0	100.0
2. Irrad. global reducida por el sombreado topográfico	1909	-5	-0.3	99.7	99.7
3. Irrad. global reducida por la reflectividad	1858	-50	-2.6	97.4	97.1
4. Conversión DC en los módulos	1701	-157	-8.4	91.5	88.9
5. Otras pérdidas DC	1608	-94	-5.5	94.5	84.0
6. Inversores (conversión DC/AC)	1567	-40	-2.5	97.5	81.9
7. Pérdidas en AC en el transformador y el cableado	1544	-24	-1.5	98.5	80.7
8. Disponibilidad reducida	1529	-15	-1.0	99.0	79.9
Rendimiento total del sistema	1529	-385	-20.1	-	79.9

Fases de conversión de la energía y pérdidas asociadas:

1. Se asume una producción inicial bajo condiciones estándar de operación,
2. Reducción de la irradiación global debido a obstrucciones por el horizonte topográfico y otros módulos FV,
3. Proporción de irradiación global que es reflejada por la superficie de los módulos FV (típicamente, cristalinos),
4. Pérdidas en los módulos debido a la conversión de radiación solar en corriente continua (DC); cambio de la eficiencia por desvío de las condiciones estándar de operación,
5. Pérdidas DC: desajuste entre módulos FV, pérdidas de calor en los cables y conexiones, pérdidas debidas a suciedad, nieve, hielo y auto-sombreado de los módulos FV,
6. Este paso considera la eficiencia (Euro) para aproximar las pérdidas promedio en el inversor,
7. Las pérdidas en la sección AC y el transformador (donde sea aplicable) dependen de la arquitectura del sistema,
8. El parámetro de disponibilidad asume pérdidas debido a periodos de inactividad causados por operaciones de mantenimiento o fallos.

Las pérdidas en los pasos 2 y 4 están modeladas numéricamente en pvPlanner. Las pérdidas en los pasos 5 y 8 deben ser calculadas por el usuario. Los modelos de simulación tienen incertidumbres inherentes que no se contemplan en este informe. Si desea evaluar posibles riesgos, puede encontrar información adicional sobre los métodos de simulación empleados y las incertidumbres asociadas en <http://solargis.com/products/pvplanner/>.

Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.4022°/2.2010°

sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 36°

9. Solargis v21a - descripción de la base de datos

Solargis es una base de datos climáticos de alta resolución operada por Solargis s.r.o.. Las capas de información incluyen la radiación solar, la temperatura ambiente y datos del terreno (altura y horizonte).

Temperatura ambiente a 2 m: obtenida a partir de los reanálisis del CFSR (© NOAA NCEP, USA); años: 1994 - 2011; refinado a valores cada 15 minutos. Los datos han sido tratados topográficamente (la resolución de 1 km) para incluir la alta variabilidad espacial del terreno.

Radiación solar: obtenida a partir de los datos atmosféricos y del datos de satélite:

- Meteosat PRIME satélite (© EUMETSAT, Alemania) 1994 - 2015, los valores de 15 minutos o 30 minutos para Europa, África y Oriente Medio,
- Meteosat IODC satélite (© EUMETSAT, Alemania) 1999 - 2015, 30 - valores de minutos para Asia,
- GOES EAST satélite (© NOAA, USA) 1999 - 2015, 30 minutos los valores de América,
- GOES WEST satélite (© NOAA, USA) 1999 - 2015, 30 minutos los valores de América y Pacífico,
- MTSAT satélite (© JMA, Japón) 2007 - 2015, los valores de 30 minutos para el Pacífico,
- MACC-II/CAMS (© ECMWF, UK) 2003 - 2015, los datos atmosféricos,
- GFS (© NOAA, USA), 1994 - 2015, los datos atmosféricos,
- MERRA-2 (© NASA, USA), 1994 - 2002, los datos atmosféricos.

Esta evaluación asume años de 365 días. Ocasionalmente, pueden aparecer errores de redondeo numérico que no son atribuibles a defectos del algoritmo aplicado. Puede consultar información adicional sobre los datos, algoritmos y la incertidumbre aplicados en: <http://solargis.com/products/pvplanner/>.

10. Proveedor del servicio

Solargis s.r.o. , Milana Marečka 3, 84108 Bratislava, Eslovaquia; ID del proveedor: 45 354 766, CIF: SK2022962766; Registro: Registro comercial, Juzgado de Distrito Bratislava I, Sección Sro, Archivo 62765/B

11. Modo de uso

Este informe muestra la estimación de la energía solar en la fase de puesta en marcha de un sistema fotovoltaico. Las estimaciones son lo suficientemente precisas para sistemas FV pequeños y medianos. Para simulaciones con seguidores solares, sólo se presentan opciones teóricas sin considerar 'backtracking' ni sombreado. Para la planificación y financiación de grandes proyectos, es necesaria más información:

1. Distribución estadística e incertidumbre de la radiación solar.
2. Especificación detallada del sistema FV
3. Variabilidad interanual e incertidumbre P90 de la producción FV
4. Ciclo de vida de la producción energética teniendo en cuenta la degradación del rendimiento de los componentes FV. Puede encontrar más información acerca del cálculo completo de la producción FV en: <http://solargis.com/products/pv-yield-assessment-study/>.

12. Responsabilidad e información legal

Dada la naturaleza fluctuante del clima, los cambios inter- anuales del mismo, y la incertidumbre en las medidas y los procedimientos de cálculo aplicados, Solargis s.r.o. no puede garantizar totalmente la exactitud de sus datos. No obstante, se ha puesto el máximo empeño en el cálculo preciso de las condiciones climáticas basándose en los mejores datos, software y conocimiento disponibles. Solargis s.r.o. no se responsabiliza de ningún daño ocasionado directa o indirectamente como consecuencia del uso del informe proporcionado.

Este informe es propiedad de © 2016 Solargis s.r.o., todos los derechos reservados. Solargis® es una marca registrada de Solargis s.r.o.

13. Información de contacto

Este informe ha sido generado por SUNCO ENERGY, S.L., C/Bergueda 1 A-3, 08820, BARCELONA, Spain, <http://www.suncosystems.com>.

Este documento está firmado electrónicamente por Solargis s.r.o..

EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA

Número del informe: PV-29361-1611-435
 Fecha: 15 de noviembre de 2016 12:14 (UTC)

1. Descripción del emplazamiento

Nombre del sitio: Barcelona, España

Coordenadas: **41° 24' 58.57" N, 02° 12' 55.41" E**
 Elevación: 13 m
 Pendiente: 3°
 Orientación: 86° este

Irradiación global anual en plano inclinado: **1923 kWh/m²**
 Temperatura ambiente anual a 2 m: **16.2 °C**

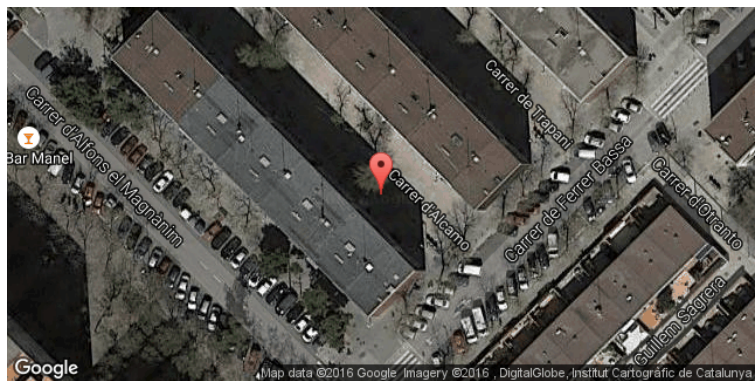
2. Descripción del sistema FV

Potencia instalada: **50.0 kWp**
 Tipo de módulos: silicio cristalino (c-Si)
 Estructura: **estructura fija, sobreelevada**
 Orient./Incl.: **180° (sur) / 36°**
 Efic. (Euro) inversor: 97.5%
 Pérdidas DC/AC: 5.5% / 1.5%
 Disponibilidad: 99.0%

Producción eléctrica anual media: **77.0 MWh**
 Rendimiento medio: **80.0%**

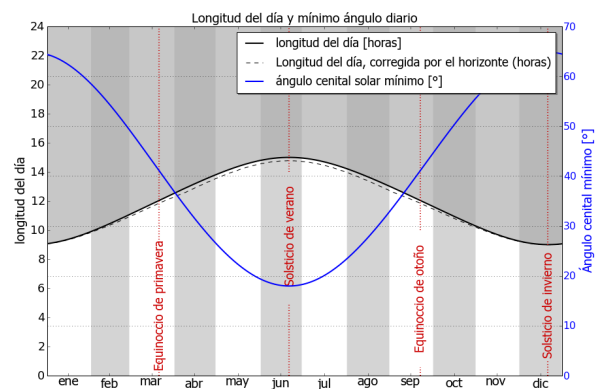
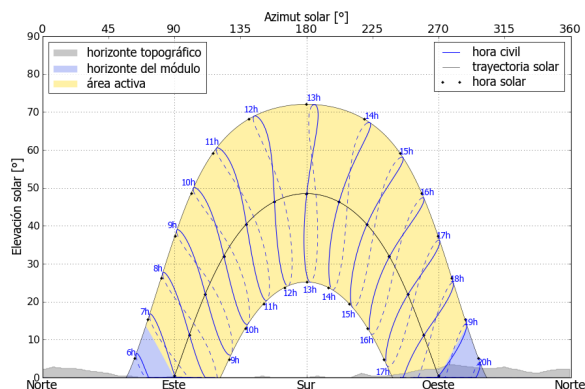
Localización en el mapa: <http://solargis.info/imaps/#tl=Google:satellite&loc=41.4162696001,2.21539199352&z=19>

3. Localización geográfica



Google Maps © 2016 Google

4. Horizonte topográfico y longitud del día



Izquierda: Trayectoria solar anual. El horizonte topográfico (en gris) y el horizonte del módulo (en azul) pueden dar lugar a ocultaciones solares. Los puntos negros muestran el tiempo solar verdadero. Las etiquetas en azul indican la hora civil local.

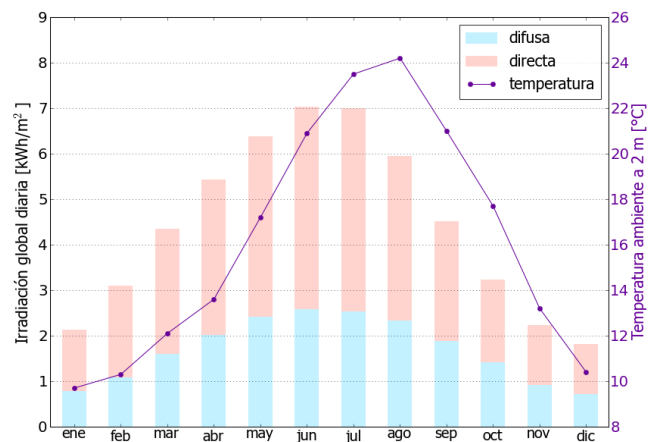
Derecha: Duración del día y ángulo cenital solar a lo largo del año. Si el horizonte local no es nulo, la duración real del día (tiempo en que el Sol está por encima del horizonte local) es menor que la duración astronómica.

Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.4163°/2.2154°

sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 36°

5. Irradiación global horizontal y temperatura ambiente - referencia climática

Mes	Gh _m	Gh _d	Dh _d	T ₂₄
ene	66	2.14	0.79	9.7
feb	87	3.10	1.09	10.3
mar	135	4.35	1.60	12.1
abr	163	5.43	2.02	13.6
may	198	6.39	2.42	17.2
jun	211	7.03	2.59	20.9
jul	217	7.00	2.54	23.5
ago	184	5.95	2.33	24.2
sep	135	4.51	1.89	21.0
oct	100	3.23	1.41	17.7
nov	67	2.23	0.91	13.2
dic	56	1.82	0.72	10.4
año	1620	4.44	1.70	16.2



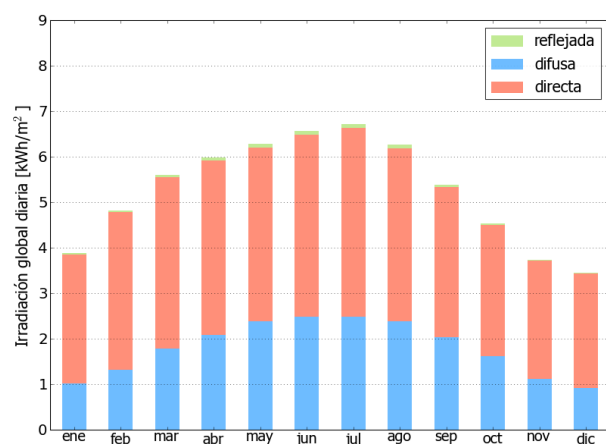
Medias anuales:

Gh _m	Irradiación global mensual [kWh/m²]
Gh _d	Irradiación global diaria [kWh/m²]
Dh _d	Irradiación difusa diaria [kWh/m²]
T ₂₄	Temperatura ambiente diaria (diurna) [°C]

6. Irradiación global en plano inclinado

Superficie fija, azimut 180° (sur), inclinación. 36°

Mes	Gi _m	Gi _d	Di _d	Ri _d	Sh _{loss}
ene	120	3.88	1.01	0.03	0.1
feb	135	4.82	1.32	0.04	0.1
mar	174	5.60	1.79	0.05	0.1
abr	180	5.98	2.09	0.07	0.1
may	195	6.28	2.38	0.08	0.1
jun	197	6.57	2.49	0.08	0.1
jul	208	6.71	2.48	0.08	0.1
ago	194	6.26	2.38	0.07	0.1
sep	161	5.38	2.03	0.05	0.1
oct	140	4.54	1.61	0.04	0.1
nov	112	3.74	1.11	0.03	0.1
dic	107	3.45	0.92	0.02	0.1
año	1923	5.27	1.80	0.05	0.1



Medias mensuales:

Gi _m	Irradiación global mensual [kWh/m²]
Gi _d	Irradiación global diaria [kWh/m²]
Di _d	Irradiación difusa diaria [kWh/m²]
Ri _d	Irradiación reflejada diaria [kWh/m²]

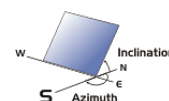
Sh_{loss} Pérdidas de irradiación global por sombreado topográfico [%]

Irradiación global anual media para diferentes tipos de superficie:

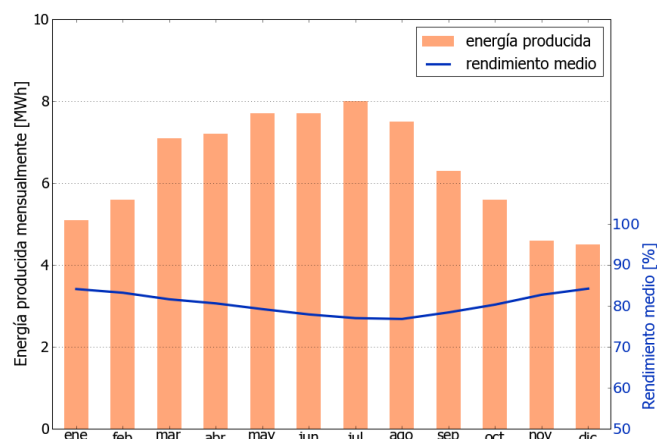
	kWh/m²	relativo a la inclinación óptima
Horizontal	1620	84.2%
Con inclinación óptima (36°)	1923	100.0%
Seguimiento a 2 ejes	2487	129.3%
Su opción	1923	100.0%

Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.4163°/2.2154°
sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 36°

7. Producción eléctrica FV inicial



Mes	Es _m	Es _d	Et _m	E _{share}	PR
ene	101	3.26	5.1	6.6	84.1
feb	112	4.01	5.6	7.3	83.2
mar	142	4.57	7.1	9.2	81.6
abr	145	4.82	7.2	9.4	80.6
may	154	4.97	7.7	10.0	79.2
jun	154	5.12	7.7	10.0	77.9
jul	160	5.17	8.0	10.4	77.0
ago	149	4.81	7.5	9.7	76.8
sep	127	4.22	6.3	8.2	78.4
oct	113	3.64	5.6	7.3	80.3
nov	93	3.10	4.6	6.0	82.7
dic	90	2.91	4.5	5.9	84.2
año	1540	4.22	77.0	100.0	80.0



Medias mensuales:

Es_m Producción eléctrica específica mensual total [kWh/kWp]
Es_d Producción eléctrica específica diaria total [kWh/kWp]
Et_m Producción eléctrica mensual total [MWh]

E_{share} Percentage mensual de producción eléctrica [%]
PR Rendimiento [%]

8. Pérdidas y rendimiento del sistema

Fase en la conversión de energía	Energía producida [kWh/kWp]	Pérdidas [kWh/kWp]	Pérdidas [%]	Rendimiento [parcial %]	Rendimiento [acumul. %]
1. Irrad. global incidente en la superficie (entrada)	1925	-	-	100.0	100.0
2. Irrad. global reducida por el sombreado topográfico	1923	-1	-0.1	99.9	99.9
3. Irrad. global reducida por la reflectividad	1873	-50	-2.6	97.4	97.3
4. Conversión DC en los módulos	1714	-159	-8.5	91.5	89.0
5. Otras pérdidas DC	1620	-94	-5.5	94.5	84.2
6. Inversores (conversión DC/AC)	1579	-41	-2.5	97.5	82.0
7. Pérdidas en AC en el transformador y el cableado	1556	-24	-1.5	98.5	80.8
8. Disponibilidad reducida	1540	-16	-1.0	99.0	80.0
Rendimiento total del sistema	1540	-385	-20.0	-	80.0

Fases de conversión de la energía y pérdidas asociadas:

1. Se asume una producción inicial bajo condiciones estándar de operación,
2. Reducción de la irradiación global debido a obstrucciones por el horizonte topográfico y otros módulos FV,
3. Proporción de irradiación global que es reflejada por la superficie de los módulos FV (típicamente, cristalinos),
4. Pérdidas en los módulos debido a la conversión de radiación solar en corriente continua (DC); cambio de la eficiencia por desvío de las condiciones estándar de operación,
5. Pérdidas DC: desajuste entre módulos FV, pérdidas de calor en los cables y conexiones, pérdidas debidas a suciedad, nieve, hielo y auto-sombreado de los módulos FV,
6. Este paso considera la eficiencia (Euro) para aproximar las pérdidas promedio en el inversor,
7. Las pérdidas en la sección AC y el transformador (donde sea aplicable) dependen de la arquitectura del sistema,
8. El parámetro de disponibilidad asume pérdidas debido a periodos de inactividad causados por operaciones de mantenimiento o fallos.

Las pérdidas en los pasos 2 y 4 están modeladas numéricamente en pvPlanner. Las pérdidas en los pasos 5 y 8 deben ser calculadas por el usuario. Los modelos de simulación tienen incertidumbres inherentes que no se contemplan en este informe. Si desea evaluar posibles riesgos, puede encontrar información adicional sobre los métodos de simulación empleados y las incertidumbres asociadas en <http://solargis.com/products/pvplanner/>.

Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.4163°/2.2154°

sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 36°

9. Solargis v21a - descripción de la base de datos

Solargis es una base de datos climáticos de alta resolución operada por Solargis s.r.o.. Las capas de información incluyen la radiación solar, la temperatura ambiente y datos del terreno (altura y horizonte).

Temperatura ambiente a 2 m: obtenida a partir de los reanálisis del CFSR (© NOAA NCEP, USA); años: 1994 - 2011; refinado a valores cada 15 minutos. Los datos han sido tratados topográficamente (la resolución de 1 km) para incluir la alta variabilidad espacial del terreno.

Radiación solar: obtenida a partir de los datos atmosféricos y del datos de satélite:

- Meteosat PRIME satélite (© EUMETSAT, Alemania) 1994 - 2015, los valores de 15 minutos o 30 minutos para Europa, África y Oriente Medio,
- Meteosat IODC satélite (© EUMETSAT, Alemania) 1999 - 2015, 30 - valores de minutos para Asia,
- GOES EAST satélite (© NOAA, USA) 1999 - 2015, 30 minutos los valores de América,
- GOES WEST satélite (© NOAA, USA) 1999 - 2015, 30 minutos los valores de América y Pacífico,
- MTSAT satélite (© JMA, Japón) 2007 - 2015, los valores de 30 minutos para el Pacífico,
- MACC-II/CAMS (© ECMWF, UK) 2003 - 2015, los datos atmosféricos,
- GFS (© NOAA, USA), 1994 - 2015, los datos atmosféricos,
- MERRA-2 (© NASA, USA), 1994 - 2002, los datos atmosféricos.

Esta evaluación asume años de 365 días. Ocasionalmente, pueden aparecer errores de redondeo numérico que no son atribuibles a defectos del algoritmo aplicado. Puede consultar información adicional sobre los datos, algoritmos y la incertidumbre aplicados en: <http://solargis.com/products/pvplanner/>.

10. Proveedor del servicio

Solargis s.r.o. , Milana Marečka 3, 84108 Bratislava, Eslovaquia; ID del proveedor: 45 354 766, CIF: SK2022962766; Registro: Registro comercial, Juzgado de Distrito Bratislava I, Sección Sro, Archivo 62765/B

11. Modo de uso

Este informe muestra la estimación de la energía solar en la fase de puesta en marcha de un sistema fotovoltaico. Las estimaciones son lo suficientemente precisas para sistemas FV pequeños y medianos. Para simulaciones con seguidores solares, sólo se presentan opciones teóricas sin considerar 'backtracking' ni sombreado. Para la planificación y financiación de grandes proyectos, es necesaria más información:

1. Distribución estadística e incertidumbre de la radiación solar.
2. Especificación detallada del sistema FV
3. Variabilidad interanual e incertidumbre P90 de la producción FV
4. Ciclo de vida de la producción energética teniendo en cuenta la degradación del rendimiento de los componentes FV. Puede encontrar más información acerca del cálculo completo de la producción FV en: <http://solargis.com/products/pv-yield-assessment-study/>.

12. Responsabilidad e información legal

Dada la naturaleza fluctuante del clima, los cambios inter- anuales del mismo, y la incertidumbre en las medidas y los procedimientos de cálculo aplicados, Solargis s.r.o. no puede garantizar totalmente la exactitud de sus datos. No obstante, se ha puesto el máximo empeño en el cálculo preciso de las condiciones climáticas basándose en los mejores datos, software y conocimiento disponibles. Solargis s.r.o. no se responsabiliza de ningún daño ocasionado directa o indirectamente como consecuencia del uso del informe proporcionado.

Este informe es propiedad de © 2016 Solargis s.r.o., todos los derechos reservados. Solargis® es una marca registrada de Solargis s.r.o.

13. Información de contacto

Este informe ha sido generado por SUNCO ENERGY, S.L., C/Bergueda 1 A-3, 08820, BARCELONA, Spain, <http://www.suncosystems.com>.

Este documento está firmado electrónicamente por Solargis s.r.o..

EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA

Número del informe: PV-29361-1611-449
Fecha: 15 de noviembre de 2016 12:18 (UTC)

1. Descripción del emplazamiento

Nombre del sitio: Barcelona, España

Coordenadas: **41° 25' 16.43" N, 02° 12' 4.62" E**
Elevación: 22 m
Pendiente: 1°
Orientación: 132° sudeste

Irradiación global anual en plano inclinado: **1918 kWh/m²**
Temperatura ambiente anual a 2 m: **16.1 °C**

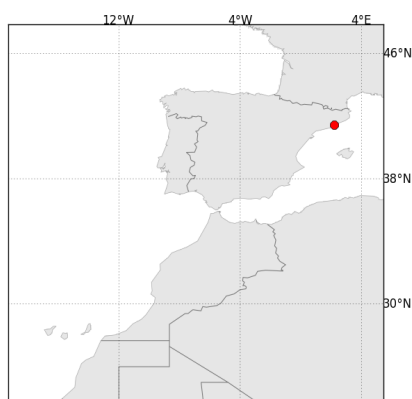
Localización en el mapa: <http://solargis.info/imaps/#tl=Google:satellite&loc=41.42123043,2.2012835741&z=18>

2. Descripción del sistema FV

Potencia instalada:	50.0 kWp
Tipo de módulos:	silicio cristalino (c-Si)
Estructura:	estructura fija, sobreelevada
Orient./Incl.:	180° (sur) / 36°
Efic. (Euro) inversor:	97.5%
Pérdidas DC/AC:	5.5% / 1.5%
Disponibilidad:	99.0%

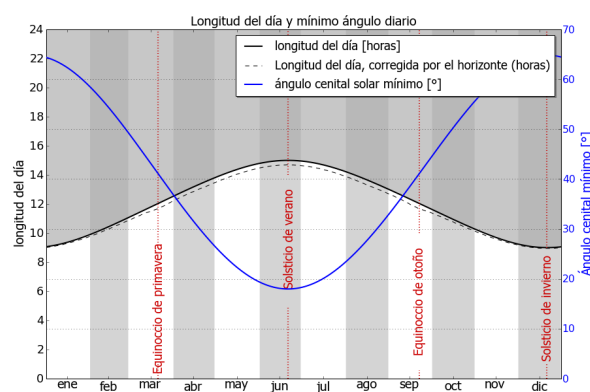
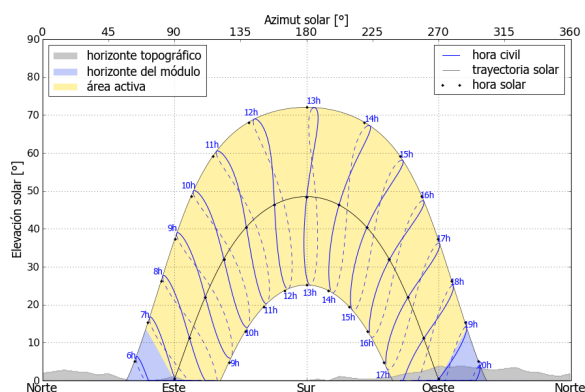
Producción eléctrica anual media: **76.8 MWh**
Rendimiento medio: **80.0%**

3. Localización geográfica



Google Maps © 2016 Google

4. Horizonte topográfico y longitud del día



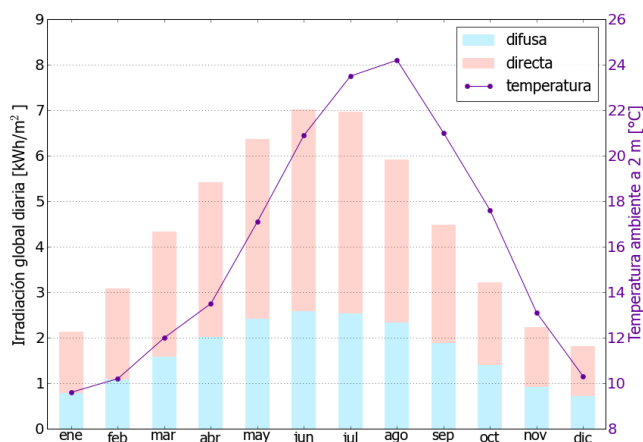
Izquierda: Trayectoria solar anual. El horizonte topográfico (en gris) y el horizonte del módulo (en azul) pueden dar lugar a ocultaciones solares. Los puntos negros muestran el tiempo solar verdadero. Las etiquetas en azul indican la hora civil local.

Derecha: Duración del día y ángulo cenital solar a lo largo del año. Si el horizonte local no es nulo, la duración real del día (tiempo en que el Sol está por encima del horizonte local) es menor que la duración astronómica.

Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.4212°/2.2013°
sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 36°

5. Irradiación global horizontal y temperatura ambiente - referencia climática

Mes	Gh _m	Gh _d	Dh _d	T ₂₄
ene	66	2.13	0.79	9.6
feb	87	3.09	1.09	10.2
mar	135	4.34	1.59	12.0
abr	163	5.42	2.01	13.5
may	197	6.37	2.42	17.1
jun	210	7.01	2.59	20.9
jul	216	6.97	2.54	23.5
ago	183	5.91	2.34	24.2
sep	135	4.49	1.89	21.0
oct	100	3.22	1.40	17.6
nov	67	2.23	0.91	13.1
dic	56	1.82	0.72	10.3
año	1615	4.42	1.69	16.1



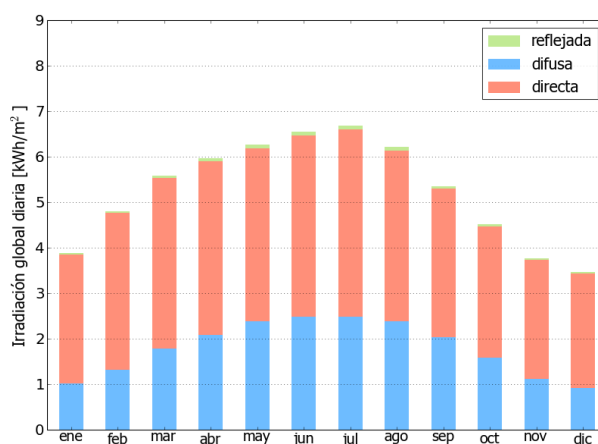
Medias anuales:

Gh_m Irradiación global mensual [kWh/m²]
Gh_d Irradiación global diaria [kWh/m²]
Dh_d Irradiación difusa diaria [kWh/m²]
T₂₄ Temperatura ambiente diaria (diurna) [°C]

6. Irradiación global en plano inclinado

Superficie fija, azimut 180° (sur), inclinación. 36°

Mes	Gi _m	Gi _d	Di _d	Ri _d	Sh _{loss}
ene	120	3.88	1.01	0.03	0.1
feb	135	4.80	1.31	0.04	0.1
mar	173	5.59	1.78	0.05	0.1
abr	179	5.97	2.09	0.07	0.1
may	194	6.26	2.38	0.08	0.1
jun	197	6.55	2.48	0.08	0.1
jul	207	6.68	2.48	0.08	0.1
ago	193	6.21	2.38	0.07	0.1
sep	161	5.35	2.03	0.05	0.1
oct	140	4.51	1.59	0.04	0.1
nov	113	3.76	1.11	0.03	0.1
dic	107	3.46	0.92	0.02	0.1
año	1918	5.25	1.80	0.05	0.1



Medias mensuales:

Gi_m Irradiación global mensual [kWh/m²]
Gi_d Irradiación global diaria [kWh/m²]
Di_d Irradiación difusa diaria [kWh/m²]
Ri_d Irradiación reflejada diaria [kWh/m²]

Sh_{loss} Pérdidas de irradiación global por sombreado topográfico [%]

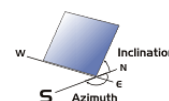
Irradiación global anual media para diferentes tipos de superficie:

	kWh/m²	relativo a la inclinación óptima
Horizontal	1615	84.2%
Con inclinación óptima (36°)	1918	100.0%
Seguimiento a 2 ejes	2479	129.3%
Su opción	1918	100.0%

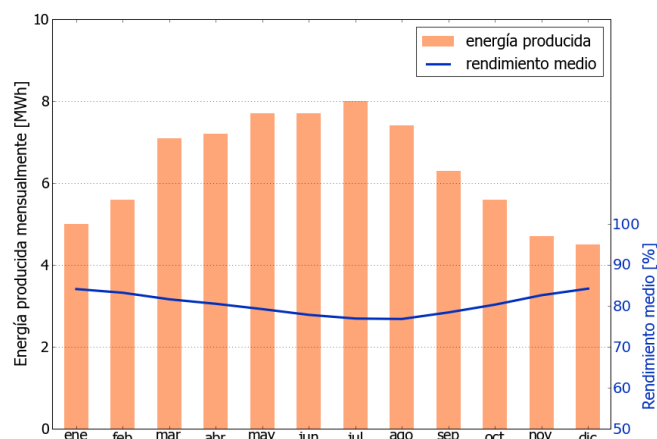
Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.4212°/2.2013°

sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 36°

7. Producción eléctrica FV inicial



Mes	E_{s_m}	E_{s_d}	E_{t_m}	E_{share}	PR
ene	101	3.26	5.0	6.6	84.1
feb	112	4.00	5.6	7.3	83.2
mar	142	4.57	7.1	9.2	81.6
abr	144	4.81	7.2	9.4	80.5
may	154	4.95	7.7	10.0	79.2
jun	153	5.10	7.7	10.0	77.8
jul	160	5.15	8.0	10.4	76.9
ago	148	4.78	7.4	9.7	76.8
sep	126	4.20	6.3	8.2	78.4
oct	113	3.63	5.6	7.3	80.3
nov	93	3.11	4.7	6.1	82.6
dic	90	2.92	4.5	5.9	84.2
año	1535	4.21	76.8	100.0	80.0



Medias mensuales:

E_{s_m} Producción eléctrica específica mensual total [kWh/kWp]
 E_{s_d} Producción eléctrica específica diaria total [kWh/kWp]
 E_{t_m} Producción eléctrica mensual total [MWh]

E_{share} Percentage mensual de producción eléctrica [%]
 PR Rendimiento [%]

8. Pérdidas y rendimiento del sistema

Fase en la conversión de energía	Energía producida [kWh/kWp]	Pérdidas [kWh/kWp]	Pérdidas [%]	Rendimiento	
				[parcial %]	[acumul. %]
1. Irrad. global incidente en la superficie (entrada)	1919	-	-	100.0	100.0
2. Irrad. global reducida por el sombreado topográfico	1918	-2	-0.1	99.9	99.9
3. Irrad. global reducida por la reflectividad	1867	-50	-2.6	97.4	97.3
4. Conversión DC en los módulos	1709	-159	-8.5	91.5	89.0
5. Otras pérdidas DC	1615	-94	-5.5	94.5	84.1
6. Inversores (conversión DC/AC)	1574	-40	-2.5	97.5	82.0
7. Pérdidas en AC en el transformador y el cableado	1551	-24	-1.5	98.5	80.8
8. Disponibilidad reducida	1535	-16	-1.0	99.0	80.0
Rendimiento total del sistema	1535	-384	-20.0	-	80.0

Fases de conversión de la energía y pérdidas asociadas:

1. Se asume una producción inicial bajo condiciones estándar de operación,
2. Reducción de la irradiación global debido a obstrucciones por el horizonte topográfico y otros módulos FV,
3. Proporción de irradiación global que es reflejada por la superficie de los módulos FV (típicamente, cristalinos),
4. Pérdidas en los módulos debido a la conversión de radiación solar en corriente continua (DC); cambio de la eficiencia por desvío de las condiciones estándar de operación,
5. Pérdidas DC: desajuste entre módulos FV, pérdidas de calor en los cables y conexiones, pérdidas debidas a suciedad, nieve, hielo y auto-sombreado de los módulos FV,
6. Este paso considera la eficiencia (Euro) para aproximar las pérdidas promedio en el inversor,
7. Las pérdidas en la sección AC y el transformador (donde sea aplicable) dependen de la arquitectura del sistema,
8. El parámetro de disponibilidad asume pérdidas debido a periodos de inactividad causados por operaciones de mantenimiento o fallos.

Las pérdidas en los pasos 2 y 4 están modeladas numéricamente en pvPlanner. Las pérdidas en los pasos 5 y 8 deben ser calculadas por el usuario. Los modelos de simulación tienen incertidumbres inherentes que no se contemplan en este informe. Si desea evaluar posibles riesgos, puede encontrar información adicional sobre los métodos de simulación empleados y las incertidumbres asociadas en <http://solargis.com/products/pvplanner/>.

Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.4212°/2.2013°

sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 36°

9. Solargis v21a - descripción de la base de datos

Solargis es una base de datos climáticos de alta resolución operada por Solargis s.r.o.. Las capas de información incluyen la radiación solar, la temperatura ambiente y datos del terreno (altura y horizonte).

Temperatura ambiente a 2 m: obtenida a partir de los reanálisis del CFSR (© NOAA NCEP, USA); años: 1994 - 2011; refinado a valores cada 15 minutos. Los datos han sido tratados topográficamente (la resolución de 1 km) para incluir la alta variabilidad espacial del terreno.

Radiación solar: obtenida a partir de los datos atmosféricos y del datos de satélite:

- Meteosat PRIME satélite (© EUMETSAT, Alemania) 1994 - 2015, los valores de 15 minutos o 30 minutos para Europa, África y Oriente Medio,
- Meteosat IODC satélite (© EUMETSAT, Alemania) 1999 - 2015, 30 - valores de minutos para Asia,
- GOES EAST satélite (© NOAA, USA) 1999 - 2015, 30 minutos los valores de América,
- GOES WEST satélite (© NOAA, USA) 1999 - 2015, 30 minutos los valores de América y Pacífico,
- MTSAT satélite (© JMA, Japón) 2007 - 2015, los valores de 30 minutos para el Pacífico,
- MACC-II/CAMS (© ECMWF, UK) 2003 - 2015, los datos atmosféricos,
- GFS (© NOAA, USA), 1994 - 2015, los datos atmosféricos,
- MERRA-2 (© NASA, USA), 1994 - 2002, los datos atmosféricos.

Esta evaluación asume años de 365 días. Ocasionalmente, pueden aparecer errores de redondeo numérico que no son atribuibles a defectos del algoritmo aplicado. Puede consultar información adicional sobre los datos, algoritmos y la incertidumbre aplicados en: <http://solargis.com/products/pvplanner/>.

10. Proveedor del servicio

Solargis s.r.o. , Milana Marečka 3, 84108 Bratislava, Eslovaquia; ID del proveedor: 45 354 766, CIF: SK2022962766; Registro: Registro comercial, Juzgado de Distrito Bratislava I, Sección Sro, Archivo 62765/B

11. Modo de uso

Este informe muestra la estimación de la energía solar en la fase de puesta en marcha de un sistema fotovoltaico. Las estimaciones son lo suficientemente precisas para sistemas FV pequeños y medianos. Para simulaciones con seguidores solares, sólo se presentan opciones teóricas sin considerar 'backtracking' ni sombreado. Para la planificación y financiación de grandes proyectos, es necesaria más información:

1. Distribución estadística e incertidumbre de la radiación solar.
2. Especificación detallada del sistema FV
3. Variabilidad interanual e incertidumbre P90 de la producción FV
4. Ciclo de vida de la producción energética teniendo en cuenta la degradación del rendimiento de los componentes FV. Puede encontrar más información acerca del cálculo completo de la producción FV en: <http://solargis.com/products/pv-yield-assessment-study/>.

12. Responsabilidad e información legal

Dada la naturaleza fluctuante del clima, los cambios inter-anales del mismo, y la incertidumbre en las medidas y los procedimientos de cálculo aplicados, Solargis s.r.o. no puede garantizar totalmente la exactitud de sus datos. No obstante, se ha puesto el máximo empeño en el cálculo preciso de las condiciones climáticas basándose en los mejores datos, software y conocimiento disponibles. Solargis s.r.o. no se responsabiliza de ningún daño ocasionado directa o indirectamente como consecuencia del uso del informe proporcionado.

Este informe es propiedad de © 2016 Solargis s.r.o., todos los derechos reservados.
Solargis® es una marca registrada de Solargis s.r.o.

13. Información de contacto

Este informe ha sido generado por SUNCO ENERGY, S.L., C/Bergueda 1 A-3, 08820, BARCELONA, Spain,
<http://www.suncosystems.com>.

Este documento está firmado electrónicamente por Solargis s.r.o..

EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA

Número del informe: PV-29361-1611-463
 Fecha: 16 de noviembre de 2016 11:37 (UTC)

1. Descripción del emplazamiento

Nombre del sitio: Barcelona, España

Coordenadas: **41° 24' 49.88" N, 02° 11' 14.7" E**
 Elevación: 32 m
 Pendiente: 1°
 Orientación: 316° noroeste

Irradiación global anual en plano inclinado: **1907 kWh/m²**
 Temperatura ambiente anual a 2 m: **16.1 °C**

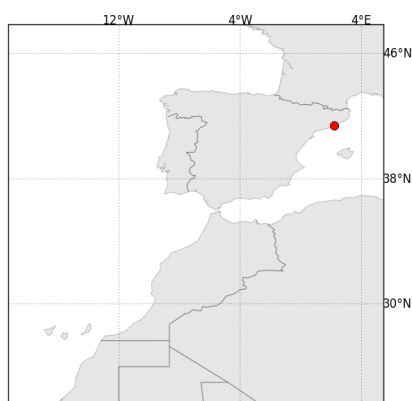
2. Descripción del sistema FV

Potencia instalada: **50.0 kWp**
 Tipo de módulos: silicio cristalino (c-Si)
 Estructura: **estructura fija, sobreelevada**
 Orient./Incl.: **180° (sur) / 36°**
 Efic. (Euro) inversor: 97.5%
 Pérdidas DC/AC: 5.5% / 1.5%
 Disponibilidad: 99.0%

Producción eléctrica anual media: **76.4 MWh**
 Rendimiento medio: **79.8%**

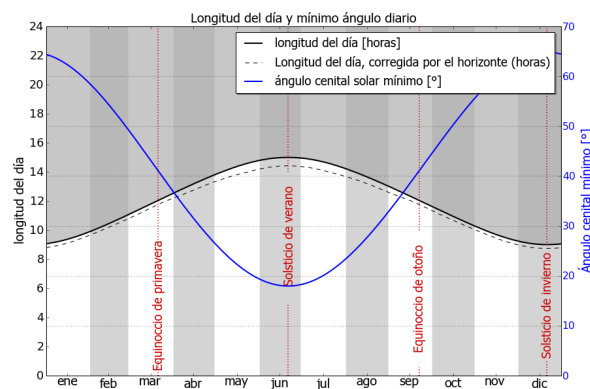
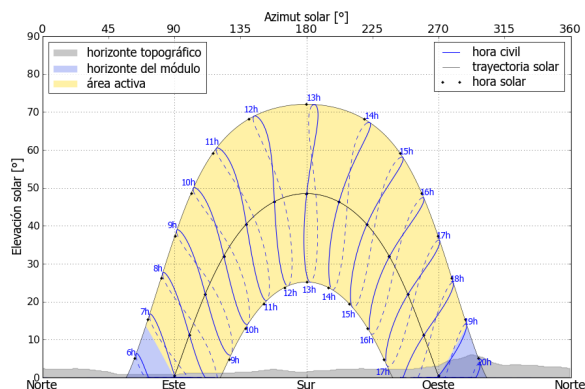
Localización en el mapa: <http://solargis.info/imaps/#tl=Google:satellite&loc=41.4138544719,2.1874165535&z=19>

3. Localización geográfica



Google Maps © 2016 Google

4. Horizonte topográfico y longitud del día



Izquierda: Trayectoria solar anual. El horizonte topográfico (en gris) y el horizonte del módulo (en azul) pueden dar lugar a ocultaciones solares. Los puntos negros muestran el tiempo solar verdadero. Las etiquetas en azul indican la hora civil local.

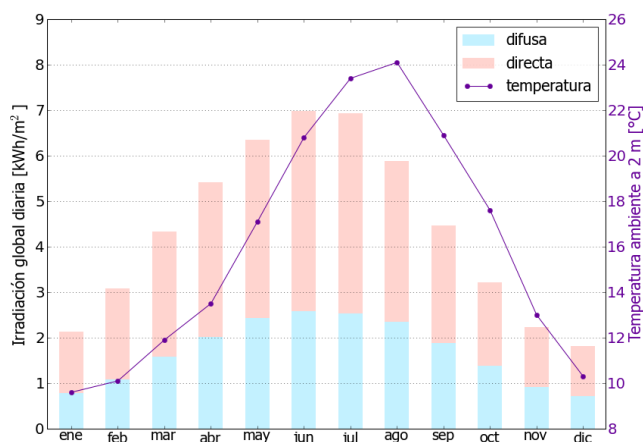
Derecha: Duración del día y ángulo cenital solar a lo largo del año. Si el horizonte local no es nulo, la duración real del día (tiempo en que el Sol está por encima del horizonte local) es menor que la duración astronómica.

Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.4139°/2.1874°

sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 36°

5. Irradiación global horizontal y temperatura ambiente - referencia climática

Mes	Gh _m	Gh _d	Dh _d	T ₂₄
ene	66	2.13	0.79	9.6
feb	86	3.09	1.09	10.1
mar	134	4.33	1.59	11.9
abr	162	5.41	2.02	13.5
may	197	6.35	2.43	17.1
jun	210	6.99	2.59	20.8
jul	215	6.94	2.54	23.4
ago	182	5.88	2.35	24.1
sep	134	4.46	1.89	20.9
oct	100	3.21	1.39	17.6
nov	67	2.23	0.91	13.0
dic	56	1.82	0.72	10.3
año	1610	4.41	1.69	16.1



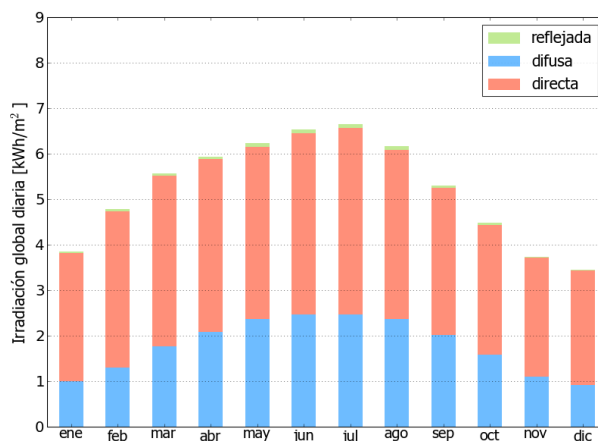
Medias anuales:

Gh _m	Irradiación global mensual [kWh/m²]
Gh _d	Irradiación global diaria [kWh/m²]
Dh _d	Irradiación difusa diaria [kWh/m²]
T ₂₄	Temperatura ambiente diaria (diurna) [°C]

6. Irradiación global en plano inclinado

Superficie fija, azimut 180° (sur), inclinación. 36°

Mes	Gi _m	Gi _d	Di _d	Ri _d	Sh _{loss}
ene	119	3.85	1.00	0.03	0.3
feb	134	4.78	1.30	0.04	0.3
mar	173	5.57	1.76	0.05	0.3
abr	178	5.94	2.08	0.06	0.3
may	193	6.23	2.36	0.08	0.4
jun	196	6.53	2.47	0.08	0.3
jul	206	6.65	2.47	0.08	0.3
ago	191	6.16	2.37	0.07	0.4
sep	159	5.30	2.02	0.05	0.4
oct	139	4.48	1.58	0.04	0.4
nov	112	3.74	1.10	0.03	0.3
dic	107	3.45	0.92	0.02	0.3
año	1907	5.23	1.79	0.05	0.3



Medias mensuales:

Gi _m	Irradiación global mensual [kWh/m²]
Gi _d	Irradiación global diaria [kWh/m²]
Di _d	Irradiación difusa diaria [kWh/m²]
Ri _d	Irradiación reflejada diaria [kWh/m²]

Sh_{loss} Pérdidas de irradiación global por sombreado topográfico [%]

Irradiación global anual media para diferentes tipos de superficie:

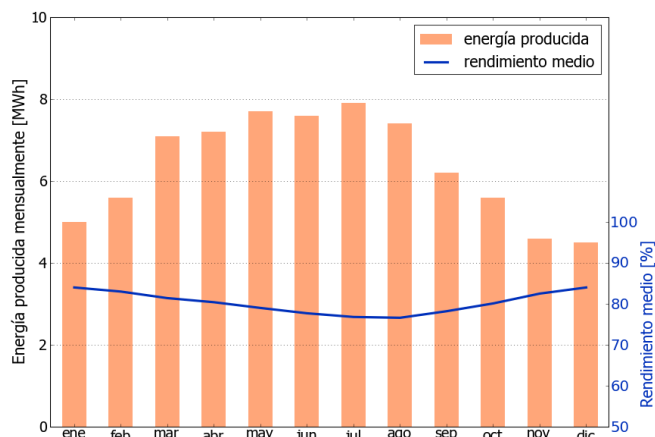
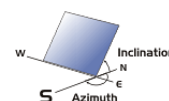
	kWh/m²	relativo a la inclinación óptima
Horizontal	1610	84.4%
Con inclinación óptima (36°)	1907	100.0%
Seguimiento a 2 ejes	2465	129.2%
Su opción	1907	100.0%

Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.4139°/2.1874°

sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 36°

7. Producción eléctrica FV inicial

Mes	E_{s_m}	E_{s_d}	E_{t_m}	E_{share}	PR
ene	100	3.24	5.0	6.6	84.0
feb	111	3.98	5.6	7.3	83.0
mar	141	4.55	7.1	9.2	81.4
abr	144	4.79	7.2	9.4	80.4
may	153	4.94	7.7	10.0	79.0
jun	153	5.09	7.6	10.0	77.7
jul	159	5.13	7.9	10.4	76.8
ago	147	4.74	7.4	9.6	76.6
sep	125	4.16	6.2	8.2	78.2
oct	112	3.60	5.6	7.3	80.1
nov	93	3.10	4.6	6.1	82.5
dic	90	2.90	4.5	5.9	84.0
año	1528	4.19	76.4	100.0	79.8



Medias mensuales:

E_{s_m} Producción eléctrica específica mensual total [kWh/kWp]
 E_{s_d} Producción eléctrica específica diaria total [kWh/kWp]
 E_{t_m} Producción eléctrica mensual total [MWh]

E_{share} Percentage mensual de producción eléctrica [%]
 PR Rendimiento [%]

8. Pérdidas y rendimiento del sistema

Fase en la conversión de energía	Energía producida [kWh/kWp]	Pérdidas [kWh/kWp]	Pérdidas [%]	Rendimiento [parcial %]	Rendimiento [acumul. %]
1. Irrad. global incidente en la superficie (entrada)	1914	-	-	100.0	100.0
2. Irrad. global reducida por el sombreado topográfico	1907	-6	-0.3	99.7	99.7
3. Irrad. global reducida por la reflectividad	1858	-50	-2.6	97.4	97.1
4. Conversión DC en los módulos	1700	-157	-8.5	91.5	88.9
5. Otras pérdidas DC	1607	-94	-5.5	94.5	84.0
6. Inversores (conversión DC/AC)	1567	-40	-2.5	97.5	81.9
7. Pérdidas en AC en el transformador y el cableado	1543	-24	-1.5	98.5	80.6
8. Disponibilidad reducida	1528	-15	-1.0	99.0	79.8
Rendimiento total del sistema	1528	-386	-20.2	-	79.8

Fases de conversión de la energía y pérdidas asociadas:

1. Se asume una producción inicial bajo condiciones estándar de operación,
2. Reducción de la irradiación global debido a obstrucciones por el horizonte topográfico y otros módulos FV,
3. Proporción de irradiación global que es reflejada por la superficie de los módulos FV (típicamente, cristalinos),
4. Pérdidas en los módulos debido a la conversión de radiación solar en corriente continua (DC); cambio de la eficiencia por desvío de las condiciones estándar de operación,
5. Pérdidas DC: desajuste entre módulos FV, pérdidas de calor en los cables y conexiones, pérdidas debidas a suciedad, nieve, hielo y auto-sombreado de los módulos FV,
6. Este paso considera la eficiencia (Euro) para aproximar las pérdidas promedio en el inversor,
7. Las pérdidas en la sección AC y el transformador (donde sea aplicable) dependen de la arquitectura del sistema,
8. El parámetro de disponibilidad asume pérdidas debido a periodos de inactividad causados por operaciones de mantenimiento o fallos.

Las pérdidas en los pasos 2 y 4 están modeladas numéricamente en pvPlanner. Las pérdidas en los pasos 5 y 8 deben ser calculadas por el usuario. Los modelos de simulación tienen incertidumbres inherentes que no se contemplan en este informe. Si desea evaluar posibles riesgos, puede encontrar información adicional sobre los métodos de simulación empleados y las incertidumbres asociadas en <http://solargis.com/products/pvplanner/>.

Sitio: Barcelona, España, lat/lon: 41.4139°/2.1874°

sistema FV: 50.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 36°

9. Solargis v21a - descripción de la base de datos

Solargis es una base de datos climáticos de alta resolución operada por Solargis s.r.o.. Las capas de información incluyen la radiación solar, la temperatura ambiente y datos del terreno (altura y horizonte).

Temperatura ambiente a 2 m: obtenida a partir de los reanálisis del CFSR (© NOAA NCEP, USA); años: 1994 - 2011; refinado a valores cada 15 minutos. Los datos han sido tratados topográficamente (la resolución de 1 km) para incluir la alta variabilidad espacial del terreno.

Radiación solar: obtenida a partir de los datos atmosféricos y del datos de satélite:

- Meteosat PRIME satélite (© EUMETSAT, Alemania) 1994 - 2015, los valores de 15 minutos o 30 minutos para Europa, África y Oriente Medio,
- Meteosat IODC satélite (© EUMETSAT, Alemania) 1999 - 2015, 30 - valores de minutos para Asia,
- GOES EAST satélite (© NOAA, USA) 1999 - 2015, 30 minutos los valores de América,
- GOES WEST satélite (© NOAA, USA) 1999 - 2015, 30 minutos los valores de América y Pacífico,
- MTSAT satélite (© JMA, Japón) 2007 - 2015, los valores de 30 minutos para el Pacífico,
- MACC-II/CAMS (© ECMWF, UK) 2003 - 2015, los datos atmosféricos,
- GFS (© NOAA, USA), 1994 - 2015, los datos atmosféricos,
- MERRA-2 (© NASA, USA), 1994 - 2002, los datos atmosféricos.

Esta evaluación asume años de 365 días. Ocasionalmente, pueden aparecer errores de redondeo numérico que no son atribuibles a defectos del algoritmo aplicado. Puede consultar información adicional sobre los datos, algoritmos y la incertidumbre aplicados en: <http://solargis.com/products/pvplanner/>.

10. Proveedor del servicio

Solargis s.r.o. , Milana Marečka 3, 84108 Bratislava, Eslovaquia; ID del proveedor: 45 354 766, CIF: SK2022962766; Registro: Registro comercial, Juzgado de Distrito Bratislava I, Sección Sro, Archivo 62765/B

11. Modo de uso

Este informe muestra la estimación de la energía solar en la fase de puesta en marcha de un sistema fotovoltaico. Las estimaciones son lo suficientemente precisas para sistemas FV pequeños y medianos. Para simulaciones con seguidores solares, sólo se presentan opciones teóricas sin considerar 'backtracking' ni sombreado. Para la planificación y financiación de grandes proyectos, es necesaria más información:

1. Distribución estadística e incertidumbre de la radiación solar.
2. Especificación detallada del sistema FV
3. Variabilidad interanual e incertidumbre P90 de la producción FV
4. Ciclo de vida de la producción energética teniendo en cuenta la degradación del rendimiento de los componentes FV. Puede encontrar más información acerca del cálculo completo de la producción FV en: <http://solargis.com/products/pv-yield-assessment-study/>.

12. Responsabilidad e información legal

Dada la naturaleza fluctuante del clima, los cambios inter-anales del mismo, y la incertidumbre en las medidas y los procedimientos de cálculo aplicados, Solargis s.r.o. no puede garantizar totalmente la exactitud de sus datos. No obstante, se ha puesto el máximo empeño en el cálculo preciso de las condiciones climáticas basándose en los mejores datos, software y conocimiento disponibles. Solargis s.r.o. no se responsabiliza de ningún daño ocasionado directa o indirectamente como consecuencia del uso del informe proporcionado.

Este informe es propiedad de © 2016 Solargis s.r.o., todos los derechos reservados. Solargis® es una marca registrada de Solargis s.r.o.

13. Información de contacto

Este informe ha sido generado por SUNCO ENERGY, S.L., C/Bergueda 1 A-3, 08820, BARCELONA, Spain, <http://www.suncosystems.com>.

Este documento está firmado electrónicamente por Solargis s.r.o..

